2. Beiheft

zum

Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten.

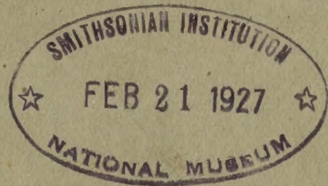
XXXIV. 1916.

Mitteilungen

aus dem

Zoologischen Museum in Hamburg.

XXXIV. Jahrgang.



Inhalt:

In Kommission bei

Otto Meissners Verlag

Hamburg 1917.

2. Beiheft

zum

Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten.

XXXIV. 1916.

Mitteilungen

aus dem

Zoologischen Museum in Hamburg.

XXXIV. Jahrgang.

Inhalt:

In Kommission bei

Otto Meissners Verlag

Hamburg 1917.

Bemerkung.

Von den „Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Hamburg“ sind erschienen

Jahrgang I—V (1884—1888) als „Berichte des Direktors Prof. Dr. Pagenstecher nebst wissenschaftlichen Beilagen“ ....
„ VI—X (1889—1893) als „Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum“ ....
} im Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten, Jahrgang 1883 — 1892 I—X.

„ XI—XXXI (1894—1914) als „Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum in Hamburg“, Beihefte zum Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten, XI.—XXXI. Jahrgang, 1894—1914.

„ XXXII (1915) als „Mitteilungen aus dem Naturhistorischen (Zoologischen) Museum in Hamburg“, 2. Beiheft zum Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten, XXXII. Jahrgang, 1915.

„ XXXIII—IV (1916—1917) als „Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Hamburg“, 2. Beiheft zum Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten, XXXIII—IV. Jahrgang, 1916—1917.

Anopluren des Zoologischen Museums zu Hamburg.

(3. Beitrag zur Kenntnis der Anopluren[1].)

Von *H. Fahrenholz* (Hildesheim).

Mit fünf Figuren im Text.

Den größten Teil der Läuse (*Anoplura*) des Hamburger Museums hat bereits MJÖBERG[2]) untersucht und auch veröffentlicht. Bei meinen Vorarbeiten zur Herausgabe des Heftes „Anoplura" für das „Tierreich" ergab sich die Notwendigkeit, einige Unstimmigkeiten bei MJÖBERG nachzuprüfen, und da habe ich das von ihm benutzte wie anderes Material des Museums einer Durcharbeitung unterzogen.

A. Das System.

I. Familie Pediculidae Leach.

Subfamilie Pediculinae Enderl.

Gattung Pediculus L.

1. Pediculus humanus L.

In mehreren Unterarten vertreten:

a) *Pediculus humanus humanus* L.

„Negerläuse aus Sansibar. Dr. FR. STUHLMANN leg. 20. XI. 1888." — Der Wirt ist mir sehr zweifelhaft, da die Individuen keine Abweichungen von typischen Europäerläusen aufweisen. — ♂, ♀, L.

„Hamburg; 14. VII. 1906." — 1 ♀.

---

[1]) a) H. FAHRENHOLZ, Beiträge zur Kenntnis der Anopluren. — 2.—4. Jahresbericht des Niedersächs.-zoolog. Vereins zu Hannover. (Zoolog. Abteil. der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover.) 1912. Seite 1—60, mit 23 Figuren und 3 Tafeln. — b) Weitere Beiträge zur Kenntnis der Anopluren. (Archiv für Naturgeschichte. Herausgeg. von Embr. STRAND, 81. Jahrg., Abt. A, 11. Heft, S. 1—34, mit 22 Fig. u. 1 Tafel. Berlin 1916.)

[2]) E. MJÖBERG, Studien über Mallophagen und Anopluren. 294 Seiten, 5 Tafeln. — Arkiv för Zoologie utgifvet af K. Svenska Vetenskapsakademien i Stockholm. Bd. 6. Upsala u. Stockholm 1910.

b) *Pediculus humanus chinensis* n. subsp.
(Beschreibung s. Seite 7.)

„China, Prov. Fokien. (Eingang 8. IX. 1911. G. SIEMSSEN, Futschou.)“ — ♂, ♀, L. Typen.

„China, Prov. Fokien. (Eingang 9. XI. 1906. G. SIEMSSEN.)“ — Dies Material ist ungenügend konserviert.

„China, Prov. Fokien. (Eingang 9. XI. 1906. G. SIEMSSEN.)“ — Zwischen dem Material auch einige Exemplare von *Pediculus capitis,* die vielleicht ebenfalls einer neuen Unterart angehören. — ♂, ♀, L.

„China, Prov. Fokien. (Eingang 1. X. 1912 u. 4. IX. 1913. G. SIEMSSEN.)“

2. Pediculus capitis de Geer.

In drei Unterarten vertreten.

a) *Pediculus capitis capitis* DE GEER.

„Allgemeines Krankenhaus Eppendorf in Hamburg 1890, Dr. WAHNKAU leg.“ — ♂, ♀, L.

b) *Pediculus capitis maculatus* FAHRH.

„Vom Neger; Kamerun. (Eingang 24. VI. 1912.)“ — ♂, ♀, L.

„Vom Neger; Niederländisch-Guayana, Paramaribo. C. HELLER leg. (Eingang 27. X. 1909.)“ — ♂, ♀, L.

Beide Materialproben sind gleich. Die Individuen unterscheiden sich aber etwas von den Typen der Unterart (Berliner Museum): 1. Das Sternum hat zwar dieselbe Grundform, weist aber mehr Borstenlöcher auf. 2. Die vordere Abdominalplatte der Ventralseite ist so klein, daß sie leicht übersehen werden kann.

c) *Pediculus capitis angustus* FAHRH.

„China, Prov. Fokien. (Eingang 4. IX. 1913. G. SIEMSSEN.)“ — ♂, ♀, L.

Das Zoologische Museum ist auf eigenartige Weise in den Besitz eines mit Läusen und ihren Eiern („Nissen“) außerordentlich stark besetzten „Weichselzopfes“ gelangt, der einen länglichen, dicht verfilzten braunen Haarballen von ca. 24 cm Länge und 14 cm größter Breite bildet. Er fand sich in Papier eingehüllt ohne Angabe der Herkunft am 19. Juli 1907 hinter der Haupteingangstüre des Museums und stammt ohne Zweifel von einer Auswanderin des Ostens.

Gattung Phthirus Leach.

3. Phthirus pubis (L.)

„Von *Homo sapiens.*“ S. A. POPPE ded. 24. V. 1882, nähere Angaben fehlen. — 1 ♀.

„Cuba, 29. II. 1892. Kpt. KRECH leg.“ — Leider ohne Angabe des Wirtes. 1 ♂, 1 ♀.

Subfamilie Pedicininae Enderl.

Gattung Pedicinus Gervais.

4. Pedicinus hamadryas Mjöbg.

„Von *Hamadryas* spec. — Zoolog. Garten, Hamburg; 11. VIII. 1870.“ — ♂, ♀, L. — Das Material ist infolge Mazeration sehr zart.

5. Pedicinus paralleliceps Mjöbg.

Davon sind zwei Unterarten vertreten:

a) *Pedicinus paralleliceps paralleliceps* MJÖBG.

„Von *Macacus silenus* L. — Zoolog. Garten, Hamburg; 17. XI. 1890.“ — ♂, ♀, L.

b) *Pedicinus paralleliceps colobi* FAHRH.

„Von *Colobus guereza* RÜPP.“ — 2 ♀. — Beschreibung s. S. 8.

Zur Gattung *Pedicinus* gehört auch der Inhalt eines Gläschens von *Semnopithecus maurus* SCHREB. Das Material läßt wegen mangelhaften Erhaltungszustandes eine Artbestimmung nicht zu.

Gattung Phthirpedicinus Fahrh.

6. Phthirpedicinus micropilosus Fahrh.

„Von *Macacus silenus* L.“ — ♂, ♀, L.

„Von *Cercopithecus* spec. — Kiel, III. 1887. C. SCHÄFFER leg.“ — ♀, Eier.

Beide Materialproben hatte MJÖBERG[1]) als „*Pedicinus breviceps Piaget*“ determiniert; es handelt sich aber um die 1912 aufgestellte Art *Phthirp. micropil.*

II. Familie Haematopinidae Enderl.

Subfamilie Haematopininae Enderl.

Gattung Haematopinus Leach.

7. Haematopinus suis (L.).

Von folgenden Funden wurde die Unterart nicht bestimmt, weil das Material zu wenig zahlreich[2]) war, mangelhaft erhalten oder genauere Angaben fehlten:

---

[1]) l. c. S. 172.

[2]) Um bei Untersuchung der Schweineläuse zu gesicherten Resultaten zu gelangen, muß man der geringen Durchsichtigkeit wegen stets Flachschnitte anfertigen.

„China, Prov. Fokien. (Eingang 9. XI. 1906. G. SIEMSSEN, Futschou.)" — Stark mazeriertes Material. — ♂, ♀.

„Vom Hausschwein. — Düchelsdorf bei Lübeck. W. FICK leg." — 4 ♂.

„Von *Sus scrofa* L. *domest.* S. A. POPPE ded. 4. VIII. 1881." — 1 ♂.

„Vom Schwein. — Hamburger Schlachthof 1911. Prof. Dr. PETER. — ♂, ♀, L.

a) *Haematopinus suis chinensis* FAHRH.

(Beschreibung s. Seite 10.)

Zu dieser neuen Unterart ist in mehreren Gläsern zahlreiches Material vorhanden: China, Prov. Fokien. (Eingang 1903, 1910—1914. G. SIEMSSEN.) — Es fehlt zwar die Wirtsangabe; das fällt bei diesen Funden aber nicht ins Gewicht, da sie zweifellos von chinesischen Schweinen stammen und das chinesische Hausschwein der Art nach mit dem dortigen Wildschwein (*Sus leucomystax continentalis* NEHRING) identisch sein soll.

8. Haematopinus bufali (de Geer).

a) *Haematopinus bufali bufali* (DE GEER).

„Von *Bubalus caffer* SPARRM. *alba.* — Zoolog. Garten, Hamburg; 11. XI. 1892." — ♂, ♀, L. — Stimmen durchaus mit Präparaten meiner Sammlung überein, nur einen Grad heller gefärbt. — Bei MJÖBERG p. 166 als „*Haem. phthiriopsis* GERV.".

b) *Haematopinus bufali punctatus* (RUD.)

„Von *Bos (Poeophagus) grunniens* L. — 2. IX. 1868." — Sehr wahrscheinlich hat dies Material RUDOW [1]) bei Aufstellung von *Haem. punctatus* vorgelegen. — ♂, ♀. — Bei MJÖBERG p. 166 als „*Haem. punctatus* RUDOW".

„Von *Bos tibetanus.*" — Ein schlecht konserviertes ♀. Man kann mit Sicherheit in dem Exemplar nur einen nahen Verwandten von *Haem. bufali* (DE GEER) erkennen. Aber der Wirt deutet auf *Haem. buf. punctatus* (RUD.).

9. Haematopinus minor Fahrh.

(Beschreibung s. Seite 14.)

„Von *Equus burchelli* GRAY. — Zoolog. Garten, Hamburg; 26. V. 1893." — ♂, ♀. — Bei MJÖBERG p. 167 als „*Haem. asini* L.".

Subfamilie Linognathinae Enderl.

Gattung Linognathus Enderl.

10. Linognathus gazella Mjöbg.

„Von einer Gazelle. — Zoolog. Garten, Hamburg; 10. XI. 1890." — ♂, ♀, L. — Bei MJÖBERG p. 157.

---

[1]) F. RUDOW, Einige neue Pediculiden. — Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften. 34. Bd., Seite 167. Berlin 1869.

11. Linognathus coassus Fahrh.

„Von *Coassus*-Hirsch. — Zoolog. Garten, Hamburg; 22. II. 1884.“ — ♂, ♀, L.

„Von *Coassus*-Hirsch (Guatemala).“ — Bei MJÖBERG p. 159 als „*Linognathus breviceps*“[1]). — Beschreibung s. Seite 16.

12. Linognathus gilvus Fahrh.

„Von *Cephalophus* spec. — Zoolog. Garten, Hamburg; 19. I. 1889.“

„Von *Cephalophus* spec. — Zoolog. Garten, Hamburg; 14. IV. 1891.“ — ♂, ♀, L., Eier. — Bei MJÖBERG als „*Haematopinus angulatus* PIAG.“ angegeben. — Beschreibung s. Seite 18.

13. Linognathus forficulus (Rud.).

„Von *Capra ibex* L.“ — 2 ♂, 1 ♀. — Anscheinend RUDOWS Typen; jetzt in kaum erkennbarem Zustande.

14. Linognathus schistopyga (Nitzsch).

„Von *Rupicapra rupicapra* L.“ — 2 ♀ in mangelhafter Verfassung. Es scheint mir aber, daß diese Art zum Typus *Linogn. forficulus* gehört, da die Beborstung und Form des Kopfes die gleiche ist. Diese Individuen sind aber erheblich größer.

Subfamilie Polyplacinae Fahrh.

Gattung Acanthopinus Mjöbg.

15. Acanthopinus sciurinus Mjöbg.

„Von *Sciurus vulpinus* GMEL. (*Macroxus niger* L.) ♀. Nordamerika.“ Zoolog. Garten, Hamburg; 18. X. 1898.“ — ♂, ♀, L., Eier.

III. Familie Echinophthiriidae Enderl.

Gattung Antarctophthirus Enderl.

16. Antarctophthirus trichechi (Boh.).

„Von *Trichechus rosmarus* L. — Deevi-Bai, Ostspitzbergen. 28. V. 1889. W. KÜKENTHAL leg.“ — ♂, ♀.

„Vom Walroß. — CARL HAGENBECK leg. X. 1887.“ — Unbefruchtete ♀.

---

[1]) Nicht „*Cearrus*“-Hirsch.

Gattung Echinophthirius Giebel.

17. Echinophthirius horridus (Olfers).

„Vom Seehund. Helgoland; 17. VIII. 1896.“ — 3 L.

IV. Familie Haematomyzidae Enderl.

Gattung Haematomyzus Piaget.

18. Haematomyzus elephantis Piaget.

Davon sind zwei Unterarten vertreten:

a) *Haematomyzus elephantis elephantis* PIAGET.

„Vom indischen Elefanten „Anton“. — Zoolog. Garten, Hamburg; 26. X. 1907.“ — 3 ♀.

b) *Haematomyzus elephantis sumatranus* FAHRH.

„Vom sumatranischen Elefanten.“ — S. A. POPPE ded. 25. XII. 1901. — 2 ♂, 2 ♀.

B. Neubeschreibungen.

1. Pediculus humanus chinensis nov. subsp.

Dem zu der Beschreibung dieser neuen Unterart benutzten Material aus der Prov. Fokien fehlt zwar die Angabe des Wirtes; aber die Annahme, daß es sich um Läuse von Chinesen handelt, ist zweifellos richtig. Nach der Artbeschaffenheit kommen Europäer und Japaner dafür als Wirte nicht in Frage.

Mit Läusen von Chinesen hat MURRAY[1]) sich auch bereits befaßt. Da aber in seiner Beschreibung nicht angegeben ist, ob es sich um *P. humanus* oder *P. capitis* handelt, so muß sie hier außer Betracht bleiben.

Für die Kleiderlaus des Chinesen lag die Vermutung sehr nahe, sie könnte mit der des Japaners identisch oder doch sehr nahe verwandt sein. Sie ist aber eine deutlich unterscheidbare Unterart neben *P. hum. marginatus* FAHRH.

Größenverhältnisse (mm):

	Länge beim ♂	Breite beim ♂
Kopf	0,51 — 0,52 — 0,54	0,39
Thorax	2,43 — 2,72 — 2,86	0,72 — 0,79
Abdomen		1,00 — 1,06

[1]) A. MURRAY, On the Pediculi infesting the different Races of Man. (Transactions of the Royal Society of Edinburg, v. 22, p. 567—578, Taf. 29 u. 30) Edinburg 1861.

	Länge beim ♂	Breite beim ♂
Antenne	0,465 — 0,480	0,105
I. Kralle	0,240 — 0,266	—
Ganze Länge	2,91 — 3,11 — 3,34	—

	Länge beim ♀	Breite beim ♀
Kopf	0,52 — 0,57 — 0,61	0,43 — 0,45 — 0,46
Thorax	3,34 — 3,72 — 3,83	0,81 — 0,91 — 0,97
Abdomen		1,41 — 1,53 — 1,68
Antenne	0,435—0,465—0,480	0,105
I. Kralle	0,240	—
Ganze Länge	3,92 — 4,26 — 4,37	—

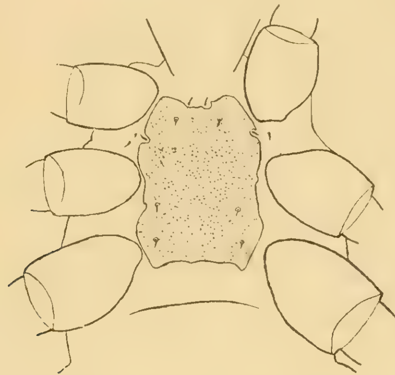


Fig. 1. *Pediculus humanus chinensis* nov. subsp. ♀, Sternum.
Die Löcher zur Insertion der Borsten sind erst bei stärkerer Vergrößerung aufzufinden. — M. 368[1]); Präparat 2605, Sammlung FAHRENHOLZ.

Wie ein Vergleich der Größenangaben mit denen der Europäer- und Japanerläuse[2]) zeigt, ist die neue Unterart vor allem größer als die japanische und geht in den größten Exemplaren auch noch über die europäische hinaus, während sie in der Breite ein wenig hinter der letzteren zurückbleibt. Mit dem japanischen gemeinsam hat das ♂ auf der Dorsalseite des Abdomens mediane Querplatten, die aber nur schwach hervortreten; ein Unterschied besteht aber darin, daß *chinensis* auf der Ventralseite eine gut ausgebildete Genitalplatte trägt; ebenfalls ist das Sternit des II. Segments angedeutet. Am besten ist die neue Unterart aber durch das Vorhandensein eines deutlichen Sternums charakterisiert (Fig. 1). Die Pleurite sind nur als schmale Leisten vorhanden; sie erreichen nicht die Stärke der Chitinisierung der Randleisten des Vorderkopfes. — Die Allgemeinfärbung ist (in Balsam!) bräunlich-gelb. Die Krallen sind mit sehr feinen Zähnchen versehen.

[1]) „M." = Material — Katalog FAHRENHOLZ.

[2]) H. FAHRENHOLZ, Läuse verschiedener Menschenrassen. (Zeitschr. f. Morph. u. Anthropologie, v. 17, p. 601) Stuttgart 1915.

2. Pedicinus paralleliceps colobi nov. subsp.

Die Art *Pedicinus paralleliceps* wurde 1910 von MJÖBERG beschrieben. Als ich im folgenden Jahre[1]) „Diagnosen neuer Anopluren. Nachtrag." zusammenstellte, war mir MJÖBERGs Arbeit noch nicht bekannt geworden, und so erklärt es sich, daß die Art von mir nochmals beschrieben wurde als *P. rhesi.* Die Untersuchung des Hamburger Materials hat aber ergeben, daß die genannten Arten identisch sind; der letzte Name ist also ungültig.

Zu *P. paralleliceps* befindet sich unter dem vorliegenden Material aber eine Unterart von *Colobus guereza* RÜPP. Der Vergleich derselben mit Präparaten von *P. paralleliceps* ergibt Übereinstimmung bis auf den hintern Teil des Kopfes. Bei der neuen Unterart ist die Verbreitung der Randleiste fast doppelt so groß und der Rand verläuft parallel bis zum Thorax, wo er dann nach fast rechtwinkligem Einbiegen den kurzen Hals bildet. Ferner ist die Unterart auf der Ventralseite zwischen den Coxen des 2. Paares mit zwei Paar längeren Borsten versehen, wo die Vergleichsart nur ein Paar besitzt; zwischen den Coxen des 1. Beinpaares ist bei beiden Unterarten nur ein Paar Borsten vorhanden.

3. Haematopinus suis (L.).

Die Schweinslaus teilt in gewisser Weise das Schicksal der Menschenläuse: sie gehört mit zu den Arten, die am längsten bekannt und am häufigsten in der Literatur anzutreffen sind, aber bis in unsere Tage hinein niemals eine befriedigende Darstellung gefunden haben.

LINNÉ nennt 1758 die Art[2]) nur; 1793 hat PANZER die erste Abbildung[3]) dazu entworfen; 1805 bringt FABRICIUS[4]) eine Diagnose. Eine gründlichere Darstellung der Art geben BURMEISTERs[5]) Zeichnungen 1838. Ausführlicher haben sich dann GIEBEL[6]) und PIAGET[7]) mit der Art befaßt.

Erst NEUMANN (1911) erkannte[8]), daß die bisherige Literatur zu *Haem. suis* sehr unzulänglich sei, und er hat sich dann der Aufgabe unterzogen, die Darstellung PIAGETs zu ergänzen. Dabei stand ihm ein reichhaltiges Material zur Verfügung, bei dessen Durcharbeitung er in

---

[1]) Veröffentlicht am 3. Januar 1912 im Zool. Anzeiger.

[2]) K. v. LINNÉ, Systema Naturae, ed. 10, S. 611. Holmiae 1758.

[3]) G. W. F. PANZER, Fauna insectorum Germaniae initia.

[4]) J. C. FABRICIUS, Systema Antliatorum usw. S. 342. Braunschweig 1805.

[5]) H. BURMEISTER, Genera quaedam Insectorum, v. I, Genus *Pediculus* Nr. 19, Taf. G. *Phthirius*, Fig. 4; Taf. Gen. *Pediculus*, Fig. 9, 10, 13, 14. Berlin, 1838.

[6]) C. G. GIEBEL, Insecta Epizoa, S. 45/46; Taf. II, 6. Leipzig 1874.

[7]) E. PIAGET, Les Pédiculines. Essai monographique. S. 654/56; Taf. 53, 4. Leide 1880.

[8]) L. G. NEUMANN, Notes sur les Pédiculidés II. — Archives de Parasitologie, v. 14, S. 406/10; Fig. 8. Paris 1911.

mancher Beziehung zu interessanten Resultaten gekommen ist. Er teilt die Art auf in zwei Unterarten: *Haem. suis suis* und *Haem. suis adventicius*, die beide scharf unterschieden sind. — Gleichzeitig stellt er die Identität der Läuse des Hausschweines und des Wildschweines in Europa fest. Dieser Satz ist nun aber geeignet, namentlich in der Zukunft, zu Mißverständnissen Veranlassung zu geben, je mehr nämlich das ursprüngliche Hausschwein des Europäers — wie heute schon in England und Deutschland — verdrängt wird durch die Kreuzungen mit dem chinesischen Hausschwein, das von *Sus scrofa* deutlich unterschieden ist und daher auch in der Systematik als eigene Art (*Sus leucomystax continentalis* NEHR.) gilt. Man durfte bei den engen Beziehungen zwischen Parasit und Wirt auch erwarten, daß die Läuse der heute in Deutschland gehaltenen Hausschweine durchaus nicht identisch mit denjenigen vom deutschen Wildschwein seien, vielmehr sich deutlich voneinander unterscheiden würden.

So ergaben sich außer den von NEUMANN aufgestellten Unterarten bei genauerer Nachprüfung zahlreicher Materialproben weitere Unterarten, deren Zahl sich später noch erhöhen dürfte. — Für alle Bearbeiter wird sich das Beispiel NEUMANNs empfehlen, nämlich bei Untersuchung der Haematopininae namentlich Größe, Form des Sternum, des Genitalflecks und der Gonopoden zu beachten, um zu brauchbaren Differentialdiagnosen zu gelangen.

Zu den Unterarten NEUMANNs muß ich noch einiges bemerken.

a) *Haematopinus suis suis* (L.).

NEUMANN gibt hierzu an, daß er die von ihm angegebenen Artmerkmale beobachtet hat an dem *Haematopinus* vom Hausschwein und europäischen Wildschwein, einschließlich dessen von Sardinien. Ich habe zahlreiche Materialproben von Hausschweinen und von Wildschweinen untersucht, aber stets gefunden, daß Beschreibung und Zeichnung NEUMANNs damit nicht ganz übereinstimmen wollten; am meisten weicht die Zeichnung ab. Diese Tatsache ist aber erklärlich, da das Schwein von Sardinien eine besondere Unterart bildet: *Sus scrofa nana* NEHRING, und NEUMANN seine Figur 8 A nach dem *Haematopinus* von letzterem Wirt entworfen haben wird. Eine Bestätigung meiner Annahme erhielt ich, als sich mir die Gelegenheit bot, Schweineläuse aus Sardinien (Berliner Museum) untersuchen zu können. Letztere stimmen hinsichtlich des Sternum mit der erwähnten Figur bei NEUMANN überein. Es darf also auf keinen Fall die NEUMANNsche Figur als zu *Haem. suis suis* (L.) gehörig betrachtet werden; sie gehört vielmehr zu der Schweinslaus aus Sardinien, die als besondere Unterart abgetrennt werden muß und für die ich den Namen

Haematopinus suis sardiniensis

vorschlage; Beschreibung folgt in einer besonderen Arbeit über die Anopluren des Berliner Museums.

Der Wirt zu *Haem. suis suis* ist das Wildschwein des europäischen Festlandes. Diese Unterart wird man ebenfalls antreffen auf denjenigen Hausschweinen Europas, die vom Wildschwein direkt abstammen und noch nicht mit anderm Blute vermischt worden sind.

b) *Haematopinus suis adventicius* L. G. NEUM.

Zu dieser gut unterschiedenen Unterart gibt der Autor mehrere Wirte an; auf Grund meiner bisherigen Erfahrungen darf ich aber annehmen, daß eine nochmalige Nachprüfung der zahlreichen Materialfunde, die NEUMANN vorgelegen haben, weitere Unterarten ergeben würde. In erster Linie scheint aber NEUMANN bei Aufstellung dieser Unterart den *Haematopinus* vom Streifenschwein (*Sus vittatus* MÜLL. SCHL.) untersucht zu haben, und es dürfte richtig sein, wenn man vorläufig nur diesen Wirt für *Haem. suis adventicius* in Anspruch nimmt.

c) *Haematopinus suis chinensis* nov. subsp.

Obwohl von der chinesischen Schweinslaus ein zahlreiches Material vorhanden ist, muß ich mir eine eingehende vergleichende Beschreibung versagen, weil ausreichendes Material zu *Haem. suis suis* nicht zur Verfügung steht.



Fig. 2a. *Haematopinus suis chinensis* nov. subsp. ♀, Sternum. Die hellen Flecke in den Vorderecken sind keine Löcher, sondern Ansatzstellen für chitinisierte Stränge. — M. 371; Präparat 2612, Sammlung FAHRENHOLZ.

Die neue Unterart ist sehr stark chitinisiert, namentlich die Randplatten des Abdomens sind fast schwarz, selbst bei Präparaten in Kanadabalsam; diese Platten sind zudem erheblich größer als bei *Haem. suis suis*, wo sie nur als Leisten ausgebildet sind. Den am besten in

die Augen fallenden Unterschied bietet das Sternum. Es ist bei *Haem. suis suis* länger als breit; der Vorderrand ist leicht konvex, der Hinterrand zu einem ziemlich großen Lappen ausgezogen. Letzterer ist bei *Haem. suis sardiniensis* kaum stärker entwickelt (vergl. Fig. bei NEUMANN!) als die Vorwölbung des Vorderrandes; immerhin ist das Sternum noch fast so lang als breit. Bei *Haem. suis adventicius* erscheint das Sternum stark von vorne nach hinten zusammengedrückt; der Vorderrand ist konkav, und der Hinterrand verläuft fast als gerade Linie zwischen den Hinterecken. Bei *Haem. suis chinensis* ist das Sternum (Fig. 2a) wie bei der letztgenannten Art auch kürzer als breit, aber es kommt — gewissermaßen als Ansatz an den Hinterrand — noch eine rückwärtige, trapezähnliche Verlängerung hinzu, so daß am ganzen Sternum sechs vorspringende Ecken erscheinen. Unter den aufgestellten Unterarten ist hinsichtlich der Form und Größe des Sternum *Haem. suis chinensis* zwischen *Haem. suis sardiniensis* und *Haem. suis adventicius* einzuordnen.

Größenverhältnisse (mm):

	Länge beim ♂	Breite beim ♂
Kopf	1,06 — 1,18	0,554
Thorax	2,43 — 2,53 — 2,75 (Thorax + Abdomen)	0,86 — 0,91 — 1,02
Abdomen		1,67 — 1,72 — 1,78
Sternum	0,212—0,237—0,257	0,346 — 0,366
Antenne	0,594—0,613—0,633	0,109 — 0,118
Ganze Länge	3,38 — 3,67 — 3,83	—

	Länge beim ♀	Breite beim ♀
Kopf	1,18 — 1,24 — 1,29	0,564—0,567—0,584
Thorax	2,64 — 3,07 — 3,29 (Thorax + Abdomen)	0,91 — 0,97 — 1,02
Abdomen		2,05 — 2,10
Sternum	0,217—0,237—0,247	0,336—0,346—0,356
Antenne	0,554—0,584—0,603	0,109 — 0,118
Ganze Länge	4,21 — 4,32 — 4,42	—

d) *Haematopinus suis germanicus* nov. subsp.

Nachdem die chinesische Schweinslaus als besondere Unterart erkannt war, durfte man gespannt sein, ob man sie auf den Hausschweinen Deutschlands, die viel chinesisches Blut enthalten, auch antreffen würde.

Für die Prüfung dieser Frage habe ich von zahlreichen Wirtstieren Norddeutschlands Materialproben entnommen. Zunächst ließ sich feststellen, daß in keinem Falle *Haem. suis suis* auf Hausschweinen angetroffen wurde. Dann konnte man erwarten, daß der Abstammung der Wirtstiere entsprechend die gefundenen Haematopini als *Haem. suis*

chinensis sich erweisen würden. Einige Funde lassen sich auch als zu letzterer Unterart gehörend determinieren, aber auch sie machten Schwierigkeiten bezüglich der Größenverhältnisse. Je mehr Individuen untersucht wurden, desto mehr ergab sich die Notwendigkeit zur Aufstellung einer neuen Unterart.



Fig. 2b. *Haematopinus suis germanicus* nov. subsp. ♂, Sternum. Mit genau gleicher Vergr. gezeichnet wie 2a. — M. 245; Präparat 2433, Sammlung FAHRENHOLZ.

Haem. suis germanicus erinnert in der Form des Sternum (Fig. 2b) an *Haem. suis chinensis*; aber es ist doch ein deutlicher Unterschied vorhanden. Die Randplatten des Abdomen nehmen bei *germanicus* eine noch erheblichere Ausdehnung an. Vor allem aber unterscheidet sich *germanicus* durch die sehr beträchtliche Größe; wir haben es hier mit der größten aller bekannten Haematopini zu tun.

Größenverhältnisse (mm):

	Länge beim ♂	Breite beim ♂
Kopf	1,08 — 1,15 — 1,18	0,564—0,594—0,603
Thorax	2,43 — 2,86 — 3,18 (Thorax + Abdomen)	1,02 — 1,06 — 1,08
Abdomen		1,83 — 2,10 — 2,26
Sternum	0,227—0,267—0,297	0,415—0,465—0,485
Antenne	0,623—0,658—0,683	0,109 — 0,118
Ganze Länge	3,85 — 4,12 — 4,32	—

	Länge beim ♀	Breite beim ♀
Kopf	1,15 — 1,35 — 1,40	0,584—0,633—0,673
Thorax	3,24 — 3,72 — 3,88 (Thorax + Abdomen)	1,08 — 1,35 — 1,40
Abdomen		1,94 — 2,30 — 2,59
Sternum	0,237—0,297—0,316	0,415—0,475—0,514
Antenne	0,603—0,683—0,702	0,118 — 0,125
Ganze Länge	4,37 — 5,02 — 5,18	—

Woher stammt nun die neue Unterart? Dafür gibt es wohl nur zwei Möglichkeiten. Entweder ist es *Haem. suis chinensis*, der sich unter neuen Lebensbedingungen, namentlich auf dem veränderten Nährboden (Blut des Wirtes) extrem entwickelt hat — dann liegt also nur eine Lokalrasse vor — oder *Haem. suis germanicus* ist eine Bastardbildung aus *Haem. suis suis* und *Haem. suis chinensis*. Für die letztere Möglichkeit könnte der Umstand sprechen, daß man zuweilen auf Individuen stößt, die eine weitgehende Übereinstimmung mit *Haem. suis chin.* zeigen, also wohl als Rückschläge aufzufassen sind.

Wie mir scheint, müssen die angeschnittenen Fragen noch weiter untersucht werden; Zucht- bzw. Kreuzungsversuche mit den fraglichen Haematopini würden jedenfalls die beste Aufklärung bringen. — Nochmals möchte ich aber darauf hinweisen, bei Absuchung der Haustiere nach Anopluren die Rasse der Wirtstiere mit festzustellen.

Wirt: *Sus scrofa domesticus;* englische Rasse. — Provinz Hannover. — Type in Sammlung FAHRENHOLZ; Materialprobe 245 (M. 245); Zeichnung nach Präparat Nr. 2433. — (Kein Material des Mus. Hamburg.)

4. Haematopinus bufali punctatus (Rud.).

Bislang galt *Haem. punctatus* (RUD.) von *Bos grunniens* L. als selbständige Art. Als RUDOW die Art aufstellte, gab es von *Haem. bufali* (DE GEER) keine Beschreibung[1]), die einen Vergleich ermöglichte, und anderseits ist RUDOWs Beschreibung so dürftig, daß man sie als nichtssagend bezeichnen muß. Bei Untersuchung der Exemplare des Hamburger Museums, die zweifellos die Typen RUDOWs sind, ergab sich, daß *Haem. punctatus* so viel Gemeinsames mit der DE GEERschen Art von *Bubalus caffer* SPARRM. aufweist, daß sie nur noch den Rang einer Unterart bzw. Varietät beanspruchen kann. Da das Material ja sehr alt ist, mag mir Einzelnes entgangen sein, immerhin bieten aber die chitinösen Organe schon genügend Anhaltspunkte (vergl. dazu MJÖBERG, Seite 166).

Haem. punctatus unterscheidet sich von der Vergleichsart eigentlich nur durch die auffallend schwache Chitinisierung.

Der Kopf ist in allen Einzelheiten der äußeren Gestalt gleichgebaut; aber während bei „*bufali*" die einzelnen Platten der Kopfkapsel sich unterscheiden lassen, ja in den ihnen eigentümlichen hellen Punkten sogar deutliche Artmerkmale gegen andere Verwandte abgeben, ist hier von Platten nichts zu finden, abgesehen von der Randleiste des Vorderkopfes.

---

[1]) CH. DE GEER, Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. v. VII, p. 67. Stockholm 1778. — Übersetzt durch J. A. E. GOEZE. Leipzig 1783.

Am Thorax ist das Sternum eben zu erkennen, aber es weicht in seiner Gestalt nicht ab.

Die Platten des Abdomens treten kaum hervor; am besten erkennt man noch die Pleurite beim ♀. Die Gonopoden haben gleiche Gestalt. Von der Intergonopodialplatte ist nichts zu entdecken.

5. Haematopinus minor nov. spec.

Zur Charakterisierung dieser neuen Art würde der Hinweis auf ihre geringe Größe genügen; sie ist nämlich erheblich kleiner als alle andern bekannten Arten der Gattung *Haematopinus*.

Größe:

	Länge (mm)		Breite (mm)	
	♂	♀	♂	♀
Kopf	0,51	0,62 — 0,70 — 0,72	0,36	0,32 — 0,36
Thorax	1,32	1,74 — 1,95 — 2,07	0,52	0,54 — 0,58 — 0,61
Abdomen			0,99	1,20 — 1,35 — 1,42
Antenne	0,33	0,31	0,08	0,075
Ganze Länge	1,93	2,28 — 2,55 — 2,76	—	—

Ein weiteres, besonders in der Gattung *Haematopinus* auffallendes Artmerkmal ist die blasse Farbe des Tieres infolge der schwachen Chitinisierung, die so gering ist, daß man Platten nur eben unterscheiden kann.

♀. Der Kopf ist weniger schlank als bei *Haem. elegans* und nähert sich somit in der Grundform schon mehr dem Typus der Rinder-Haematopini. Der Vorderkopf steht dem Hinterkopf an Länge wenig nach und verläuft mit divergierenden, etwas konvexen Seitenrändern. Die Antennenbasis ist schwach entwickelt und bildet einen schwachen, gleichmäßig gekrümmten Bogen; sie verdeckt das Grundglied der Antennen nur reichlich zur Hälfte. Die Augenecken sind breit abgerundet. Chitinplatten fehlen. Erst bei tieferer Einstellung des Mikroskops erkennt man eine Randleiste, die am Vorderkopf und am Grunde des Einschnitts vor den Augenecken hellgelb gefärbt ist; in der Mitte des Vorderkopfes etwa ist die Leiste durch eine Ausbuchtung von innen verschmälert, und an den Augenecken verbreitert sie sich etwas nach innen. Die Borsten sind sämtlich sehr kurz und wasserhell. Um die Rüsselöffnung steht der übliche Kranz Tastborsten; wenig nach hinten eine Querzeile von sechs nach vorne gerichteten Borsten; es folgt dann bald eine Randborste; an der Verschmälerungsstelle der Randleiste jederseits eine Gruppe von je

drei; weiter hinten ein Paar sehr kurze Medianborsten; je eine Randborste vor der Antennenbasis; abgesehen von zwei Paaren winziger Medianborsten sind auf dem Hinterkopf nur die Randborsten bemerkenswert, von denen jederseits fünf vorhanden sind, davon die vorderste hinter der Augenecke. An der Ventralseite fallen nur je ein Paar auf Vorder- und Hinterkopf in die Augen. — Die Antennen sind nach hinten etwas zurückgeschlagen in nach vorne geöffnetem Bogen; das 1. Glied ist nur mäßig verstärkt; das 5. am längsten; außer der distalen Sinnesgrube am 5. Gliede noch eine sehr kleine in der Mitte am Hinterrande; eine gleiche am distalen Ende des 4. Gliedes.

Der Thorax ist am Vorderrande nur leicht ausgerandet; die Seitenränder verlaufen in konvexem Bogen; die größte Breite ist hinten. Stigma des Mesothorax verhältnismäßig klein und am Rande gelegen; das rudimentäre des Prothorax gut erkennbar. Das Sternum ist so schwach chitinisiert, daß man die Umrisse nur mit größter Mühe auffindet, in der

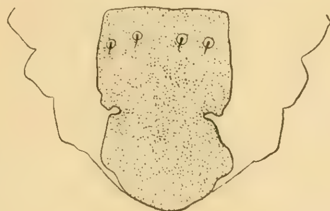


Fig. 3. *Haematopinus minor* nov. spec. ♂, Genitalplatte. M. 378; Präparat im Hamburger Museum.

Grundform lehnt es sich dem von *Haem. elegans* an. — Die Beine sind unter sich gleich; selbst die kräftigen stumpfen Krallen sind nur hellgelb gefärbt; Prätarsalsklerit undeutlich.

Das Abdomen ist im Umriß eiförmig; die Seitenfortsätze mit den darin endigenden Tracheen treten nur wenig über den Abdominalrand hervor. An Borsten ist auf jedem Segment nur eine schwache Querzeile zu entdecken; die vereinzelt stehenden Randborsten sind auch nicht viel länger. Die Gonopoden stimmen ziemlich mit denen von *Haem. elegans* überein. Das letzte Segment ist nur ganz unmerklich geteilt; die Zapfen des Telson sind nur schwach entwickelt und überragen den Hinterrand des Abdomens nicht; infolgedessen sind sie nur ventral zu erkennen.

♂. Es unterscheidet sich vom ♀ durch die geringere Größe in allen Körperabschnitten; nur die Antennen sind etwas größer. — Die Genitalplatte (Fig. 3) ist nur schwach zu erkennen; am Vorderrande vier Löcher mit Borsten. Das letzte Segment des Abdomens ist breit abgerundet und mit dunkler Chitinleiste eingefaßt. Die Geschlechtsöffnung hat die Form eines gleichseitigen Dreiecks; Geschlechtsorgan zurückgezogen.

Wirt: *Equus burchelli* GRAY.

6. Linognathus coassus nov. spec.

Diese neue Art steht *Linognathus binipilosus*[1]) sehr nahe. Der Wirt läßt sich nicht genauer angeben: *Coassus*-Hirsch (Südamerik. Formengruppe). Es scheint mir, als wenn man die Linognathi der Hirsche zu einer in sich geschlossenen Gruppe vereinigen kann gegenüber den übrigen Arten der Gattung.

Größenverhältnisse (mm):

	Länge	Breite
Ei	0,82	0,36

	Länge beim ♂	Breite beim ♂
Kopf	0,27 — 0,31	0,16 — 0,18
Thorax	—	0,27 — 0,30
Abdomen	0,75 — 0,99	0,52 — 0,57
Antennen	0,25	0,06
Ganze Länge	1,09 — 1,39	—

	Länge beim ♀	Breite beim ♀
Kopf	0,28 — 0,33	0,18
Thorax	—	0,31
Abdomen	0,93 — 1,12	0,60 — 0,63
Antennen	0,23	0,05
Ganze Länge	1,33 — 1,54	—

Die Geschlechter unterscheiden sich — abgesehen von der Größe — in der Hauptsache nur im Bau der beiden letzten Abdominalsegmente (Geschlechtsorgane).

Kopf. Der Vorderkopf ist stumpf und erreicht nicht ganz ¹/₃ der Gesamtlänge des Kopfes. Die Antennenbasis ist gut entwickelt; ihre Ränder sind parallel. Der Hinterkopf nimmt allmählich an Breite ab; die Ränder sind leicht gebogen und mit einer schmalen Randleiste versehen. Rüsselöffnung etwas ventral. Die Beborstung ist sehr schwach. Auf der Dorsalseite trifft man die zwei Paar Gruppen wie bei der Vergleichsart an, die hier aber infolge ihrer Kleinheit leicht übersehen werden. Auf der Ventralseite wurde nur je ein Paar vor und hinter den Antennen festgestellt. — Die Antennen sind verhältnismäßig kräftig entwickelt. Die einzelnen Glieder sind zylindrisch und nehmen an Breite vom 1. bis 5. ab; 3. und 4. Glied sind etwa gleich, das 2. am längsten. Die distale Sinnesgrube trägt mehrere kurze, zugespitzte und einige längere, stäbchenförmige Sinnesborsten.

[1]) H. FAHRENHOLZ, Weitere Beiträge z. K. d. Anopluren. — Arch. f. Naturgesch. Bd. 81, Abt. A. 11. Heft, S. 11.

Thorax. Der Thorax ist breiter als lang. Der Ausschnitt des Vorderrandes ist rechtwinklig und infolgedessen nicht sehr tief. Die für die Vergleichsart anscheinend charakteristischen langen Borsten fehlen; nur neben jedem der beiden großen Stigmen steht einwärts eine kleine Borste. — Auf der Ventralseite fehlt die Beborstung gänzlich. — Von den Beinen ist — wie bei allen Arten der Gattung — das 1. Paar schwächer entwickelt; es trägt keine auffallende Chitinisierung, sondern zeigt die gelblich-weiße Färbung wie der übrige Körper; die Tibia auch mit deutlichem Daumen; die Kralle sehr lang und schlank. 2. und 3. Paar erheblich kräftiger und unter sich gleich; Femur etwa von Größe der Coxa; Trochanter nur wenig kleiner; Tibia aber mit extrem großen chitinisierten Fortsatz (wie bei der Vergleichsart), der nur einige schwache



Fig. 4. *Linognathus coassus* nov. spec. ♀, Gonopoden und Telson. M. 360; Präparat 2574, Sammlung FAHRENHOLZ.

Borsten trägt; Tarse ganz verwachsen und mit stark chitinisierter Außenleiste; Kralle dunkelbraun, kräftig und stumpf.

Abdomen. Das Abdomen hat länglich-elliptische Grundform. Die Segmentierung ist beim ♂ recht deutlich zu erkennen, beim unbefruchteten ♀ schon undeutlicher und beim eiertragenden ♀ verschwinden die Segmentgrenzen nahezu. Die Beborstung zeigt auf der Ventralseite dasselbe Bild wie bei der Vergleichsart: am II. bis VIII. Segment je eine längere Eckborste; auf dem I. bis VI. Segment (auf dem II. zwei Paar) je ein Paar längerer Mittelfeldsborsten, die zwei Längszeilen neben der Mittellinie bilden; erst bei stärkerer Vergrößerung zeigt sich auf den Segmenten I—VI noch eine spärliche Querzeile sehr winziger Borsten. Letztere sind nebst den beiden Längsreihen längerer Mittelfeldsborsten auch auf der Ventralseite vorhanden; lange Eckborsten tragen aber ventral nur VI.—VIII. Segment. — Der Hinterrand des letzten Seg-

mentes ist beim ♀ nur leicht ausgekerbt und erscheint daher bei schwacher Vergrößerung abgerundet. Die beiden Klappen des Telson (Fig. 4) sind in zwei spitze Zapfen ausgezogen, die aber erheblich schwächer als bei *Linogn. binipilosus* und ungefärbt sind. Die Gonopoden bilden abgerundete Lappen mit leicht chitinisierter Randleiste; an Randborsten sind je acht vorhanden, die an Länge erheblich hinter denen bei der Vergleichsart zurückbleiben. Oberhalb der Geschlechtsöffnung stehen auch bei der neuen Art zwei Längszeilen kleiner Borsten, zwischen denen eine winklig gebogene innere Chitinleiste als Stützorgan durchscheinend zu erkennen ist. — Der Geschlechtsapparat des ♂ zeigt im wesentlichen die Verhältnisse der Vergleichsart; er ist weniger kräftig entwickelt, namentlich sind die Parameren viel kürzer, so daß die Spitzen nur eben aus der Öffnung hervorragen; infolgedessen ist das ganze letzte Segment viel schwächer und tritt durchaus nicht besonders hervor; das IX. Segment endigt in eine kugelige Spitze, die mit zahlreichen abstehenden Borsten besetzt ist.

Larven sind in zu geringer Zahl vorhanden, um darüber sichere Angaben machen zu können; sie zeichnen sich aus durch das schmale, langgestreckte Abdomen.

Die Eier sind länglich und sehr zart. Die Kittmasse steht rechtwinklig zur Längsachse und ist zwischen Anheftungsstelle und Ei etwas halsartig eingeschnürt.

7. Linognathus gilvus nov. spec.

Von Schopf-Antilopen sind bislang zwei Linognathus-Arten durch PIAGET[1]) beschrieben worden: *Linogn. breviceps* von Cephalophus maxwelli und *Linogn. ungulatus* von Cephalophus nigrifrons. Die neue Art steht in mancher Beziehung dem *Linogn. breviceps* sehr nahe und bildet damit innerhalb der Gattung eine besondere Gruppe; soweit die Darstellung PIAGETs es zuläßt, werde ich die Beschreibung vergleichend gestalten. Wirt: *Cephalophus* spec.

Der Kopf erinnert in seiner Grundform an *Linogn. gazella* MJÖBG.; nur der Vorderkopf ist etwas mehr verlängert. Die Rüsselscheide ragt deutlich über den Vorderrand hervor. An den Seitenrändern sind zwei Platten eingelagert, die bei etwas tieferer Einstellung des Mikroskops noch breiter erscheinen und am Vorderrande sich in einer sehr schmalen Spange vereinigen. Bei der Vergleichsart erwähnt PIAGET zwei kleine Querbänder vor dem Sinus. In der Nähe der Rüsselscheide erblickt man dorsal vier Borsten und vier gleiche in einer Zeile weiter

[1]) E. PIAGET, Les Pédiculines. Essai monographique. Supplément. S. 142, Taf. XV, 5 und S. 144, Taf. XV, 7. Leide 1885.

einwärts; am breiten Teile der Platten jederseits zwei Randborsten. — Die Antennenbasis bedeckt fast ein Drittel des 1. Antennengliedes; ihre Ränder sind geradlinig und verlaufen schräg zur Mittellinie; auf dem dazwischenliegenden Abschnitt des Kopfes stehen sechs Borsten. — Der Hinterkopf ist hinter der Antennenbasis abgeschnürt, so daß die sogenannten „Augenecken" deutlich hervortreten; er ist fast doppelt so breit wie der Vorderkopf und dringt mit seinem hinteren Ende tief in den Thorax hinein. Am Rande leistenförmige Chitinplatten von gelber Farbe, an deren Innenseite jederseits drei Borsten in Längszeile. In der Nähe der Mittellinie vier Borstenpaare in zwei nach vorne divergierenden Längszeilen; merkwürdigerweise sind die beiden am weitesten nach hinten stehenden Borsten niemals in gleicher Höhe inseriert. — Auch an der Ventralseite ist die Spitze des Kopfes mit vier kleinen Borsten versehen; vier etwas längere bilden eine Querzeile in Höhe der hinteren Randborsten der Dorsalseite des Vorderkopfes. Der Hinterkopf hat ventral nur ein längeres Borstenpaar vor den Augenecken. — Die Antennen sind von normaler Größe; sie stehen fast rechtwinklig zur Körperachse, nur die letzten Glieder leicht nach vorne gebogen. Die Glieder nehmen vom 1. an an Masse ab; das 2. ist aber das längste Glied. Außer der distalen Sinnesgrube, die wenig entwickelt ist, hat das letzte Glied noch eine proximale am Hinterrande, die sehr auffällig ist. In unmittelbarer Nähe der letzteren ist das 4. Glied mit einer gleichen versehen.

Thorax. Der Thorax verbreitert sich etwas gegen die Basis. Der Ausschnitt am Vorderrande ist spitzwinklig und so tief, daß er fast bis an den vorderen Rand des Abdomens reicht. Auf dem Prothorax jederseits eine Borste[1]) in der Nähe des Randes; der Mesothorax trägt drei Paare — davon eins sehr lang — innerhalb der blasig aufgetriebenen Tracheenendigungen. — An der Ventralseite ließen sich keine Borsten auffinden. — Die Beine zeigen den typischen Bau der Gattung. Man trifft etwa die gleichen Verhältnisse wie bei der vorhergehenden Art an, nur ist der Trochanter relativ kleiner und der Fortsatz der Tibia nimmt nicht solch extremen Charakter an.

Das Abdomen ist ziemlich gestreckt und zeigt mindestens am Rande — beim ♂ auch auf dem Mittelfelde — deutliche Segmentierung. Bei der Vergleichsart erwähnt PIAGET ein ungefärbtes, ununterbrochenes Seitenband, das auch bei der neuen Art gut zu sehen ist, aber mehr oder weniger sich beobachten läßt bei allen Anopluren, die am Abdominalrande keine Chitinisierung besitzen. Im Gegensatz zu *Linogn. breviceps*, wo das Abdomen nackt sein soll, ist die neue Art gut mit

[1]) Die Vergleichsart ist auf dem Thorax ganz nackt.

Borsten ausgestattet. Gemeinsam ist beiden Arten eine lange dorsale Eckborste am III. (nicht II.) Segment und je zwei solche am VII. und VIII. Segment. Die übrigen Borsten jedes der Segmente I bis VII sind in zwei Querzeilen angeordnet, von denen sich immer nur die hintere bis in die Nähe der Segmentecken ausdehnt. Manche Borsten sind in ihrer Mitte etwas verbreitert. Das mittlere Paar der 2. Reihe jedes Segmentes ist erheblich länger als die übrigen und scheint den beiden Längsreihen des Mittelfeldes bei *Linogn. binipilosus* und *Linogn. coassus*

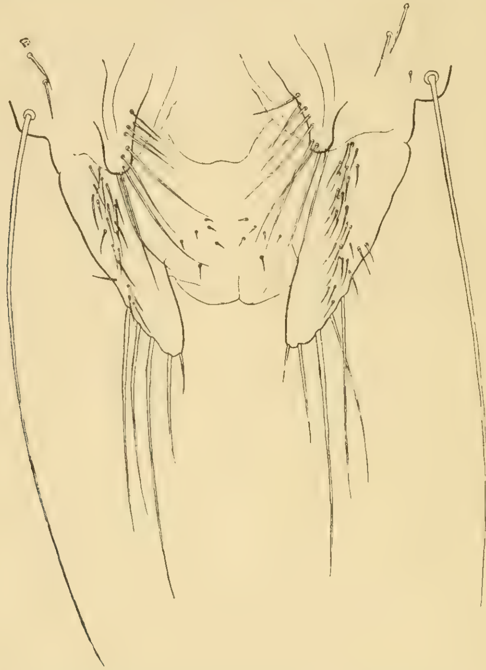


Fig. 5. *Linognathus gilvus* nov. spec. ♀, Gonopoden und Telson. M. 357; Präparat im Hamburger Museum.

zu entsprechen; die äußere Borste derselben Reihe ist meistens durch einen größeren Zwischenraum von den übrigen getrennt. Das VIII. Segment hat dorsal nur eine Querzeile von sechs Borsten, von denen vier in Nähe der langen Eckborsten stehen; auf der Ventralseite die gleiche Zahl, aber die vier letztgenannten paarweise hintereinander. Das letzte (IX.) Segment ist bei den Geschlechtern auch in der Beborstung verschieden. Das ♀ hat dorsal in der Nähe des Randes je eine kleine Borste und weiter nach hinten eine Querzeile von sechs sehr langen Borsten, von denen die äußeren ganz am Rande stehen. Das Telson (Fig. 5) ist in zwei längliche, große, wenig gefärbte Zapfen ausgezogen, die am Außenrande mit je fünf auffälligen, z. T. recht langen Borsten

besetzt sind; auf dem entgegengesetzten Ende ein dichter, längsverlaufender Haarwulst; in der Nähe des Anus eine Gruppe kleiner Borsten. Beim ♂ zeigt das letzte Segment ventral nur ein Borstenpaar in Nähe des Hinterrandes; das Segment endet in zwei stumpfe Zapfen, von denen jeder ca. drei dichtstehende Borsten trägt; davon etwas entfernt jederseits noch eine dichte Gruppe von ca. sechs feinen Randborsten. Die Dorsalseite ist mit einer bogenförmigen Zeile von Borsten versehen, denen sich in der Nähe des Randes noch einige zugesellen; die Geschlechtsöffnung läßt den Penis nur wenig hervortreten; darauf und daneben je eine kleine Borste. — Die Gonopoden (Fig. 5) bilden schmale, nach hinten gerichtete, stumpfe Lappen, die am Ende fünf lange und an der Innenseite vier etwas kürzere Borsten tragen. Bei tieferer Einstellung des Mikroskops erkennt man noch mehrere Hautsäume, die durch einen in der Mitte gelegenen, breiten, zarten Lappen verbunden sind.

Größenverhältnisse (mm):

	Länge	Breite
Ei	0,79 — 0,88	0,30 — 0,33
	Länge beim ♂	Breite beim ♂
Kopf	0,31	0,20
Thorax	—	0,31 — 0,32
Abdomen	1,05	0,49 — 0,55
Antenne	0,27 — 0,28	0,06
Ganze Länge	1,50 — 1,56	—
	Länge beim ♀	Breite beim ♀
Kopf	0,33	0,20 — 0,22
Thorax	—	0,33 — 0,37
Abdomen	1,05 — 1,24	0,55 — 0,64
Antenne	0,25 — 0,27	0,06
Ganze Länge	1,53 — 1,80	—
	Länge	Breite
Larve	0,78 — 1,14 — 1,84	0,24 — 0,34 — 0,54

Die vorhandenen Larven könnte man in zwei Gruppen einteilen: kleine und große, und dementsprechend zwei Hauptentwicklungsstadien annehmen. Aber ich bin eher geneigt, die kleinen Formen als solche anzusprechen, aus denen sich ♂ entwickeln; bei ihnen sind nämlich die Eckborsten der hinteren Abdominalsegmente schon erheblich kräftiger als bei den übrigen, selbst doppelt so großen Exemplaren, bei denen

man durchscheinend schon das kommende ♀ erkennen kann; außerdem zeigen bei den kleinen Formen die Fühler die den ♂ eigentümliche kräftige Entwicklung. Allen Formen gemeinsam sind zwei Längsreihen dorsaler und ventraler Medianborsten.

Das Ei ist reichlich doppelt so lang wie breit und macht einen schlanken Eindruck; die Kittmasse ist in Verlängerung der Längsachse breit angesetzt und zeigt feine, farblose Streifen, die vom Eipol zur Ansatzstelle am Haarschaft (des Wirtes) verlaufen. Mikropylzellen sind etwa zehn vorhanden und treten deutlich hervor.

Eingegangen am 1. Oktober 1916.

Die Bestimmung der Variation von Merkmalen selektiv ausgemerzter Individuen.

Von *Georg Duncker*.

Bei der statistischen Untersuchung einzelner Merkmale an größeren Individuenmengen trifft man nicht selten auf Befunde, welche nur unter der Annahme von Selektion erklärlich werden. Dabei liegt dann in der Regel der Fall vor, daß sich aus der Untersuchung zwei Beobachtungsreihen ergeben, deren eine den Zustand des Merkmals vor, deren andere den Zustand desselben nach erfolgter Selektion darstellt. Es fehlt also die direkte Kenntnis des Merkmals bei den selektiv ausgemerzten Individuen oder, anders ausgedrückt, der Verteilung der letzteren auf die in den beiden Reihen beobachteten Varianten des Merkmals.

Im folgenden wird ein Weg gezeigt, die Frequenzverteilung der selektiv ausgemerzten Individuen bezüglich eines einzelnen Merkmals aus den erwähnten beiden Beobachtungsreihen abzuleiten und damit, sofern es sich um ein numerisches Merkmal handelt, seine Bestimmungswerte (das arithmetische Mittel, die Hauptabweichung, die Momentquotienten höherer Ordnung) zu ermitteln. Die angeführten Beispiele sollen nur den Gang der Rechnung veranschaulichen.

1.

Untersucht man eine gegebene Individuenmenge (n) auf die Variation eines individuellen Altersabänderungen nicht unterliegenden Merkmals zu zwei getrennten Zeitpunkten, so findet man

a) eine durch die allgemeine Sterblichkeit bedingte Abnahme der Individuenzahl,

b) entweder die gleiche oder eine abgeänderte Verteilung der relativen Variantenfrequenzen des Merkmals.

Im letzteren Fall liegt Selektion bezüglich irgendwelcher Varianten des Merkmals vor, die ihrerseits direkt oder, infolge korrelativer Variation des untersuchten zu anderen Merkmalen, indirekt sein kann. Durch die Veränderung der relativen Variantenfrequenzen findet bei numerischen Merkmalen, welche der Selektion unterliegen, eine Abänderung aller oder einiger ihrer Bestimmungswerte statt.

Die gesamte Todesrate der untersuchten Individuenmenge zwischen

dem ersten und dem zweiten Untersuchungszeitpunkt sei m_0. Dann beträgt die Zahl der überlebenden Individuen an letzterem

$$n' = n\,(1 - m_0),$$

oder es ist

$$m_0 = 1 - \frac{n'}{n}.$$

Die Gesamttodesrate ist das Mittel der Todesraten der Einzelvarianten des untersuchten Merkmals. Diese setzen sich aus zwei Summanden, der für die einzelnen Varianten verschiedenen selektiven (s_ν) und der für alle Varianten konstanten neutralen Rate (c) zusammen, so daß

$$\begin{aligned} m_0 &= \frac{1}{n}\,\Sigma\,(m_\nu) \\ &= c + \frac{1}{n}\,\Sigma\,(s_\nu) \\ &= c + s_0, \end{aligned}$$

wo s_0 die mittlere selektive Todesrate des Merkmals bedeutet. Die Todesrate einer Einzelvariante ist

$$m_\nu = c + s_\nu.$$

Die Werte m, c und s sind sämtlich notwendig positiv und liegen so lange zwischen den Grenzen Null und Eins, als Selektion an dem Merkmal zur Beobachtung gelangt. Ist $m_0 = 0$, so findet innerhalb der Individuenmenge zwischen den zwei Untersuchungszeitpunkten überhaupt kein Todesfall statt; es ist also auch $c = s_0 = 0$ und ebenso die einzelnen $s_\nu = 0$. Ist dagegen $m_0 = 1$, so ist die Gesamtheit der Individuen seit der ersten Untersuchung ausgestorben und daher entweder

$$c = 1,\ s_0 = 0$$

oder

$$c + s_0 = 1,$$

somit auch

$$0 < c < 1,\ 0 < s_0 < 1.$$

Demnach kann c sowohl den Grenzwert Null wie den Grenzwert Eins erreichen, s_0 dagegen zwar gleich oder größer als Null, aber nie gleich Eins werden. Die Grenzwerte der einzelnen s_ν sind natürlich Null und Eins.

Die Variantenfrequenzen des untersuchten Merkmals seien im ersten Zeitpunkt

$$f_1 + f_2 + \,.\,.\, + f_z = n,$$

im zweiten

$$f'_1 + f'_2 + \ldots + f'_z = n',$$

wo

$$n' = n\,(1 - m_0) = n\,(1 - c - s_0).$$

Dann beträgt die Zahl der abgestorbenen Individuen mit der Variante V_ν

$$f_\nu - f'_\nu = f_\nu (c + s_\nu)$$
$$= f_\nu m_\nu,$$

so daß

$$s_\nu = 1 - c - \frac{f'_\nu}{f_\nu}$$

und

$$m_\nu = 1 - \frac{f'_\nu}{f_\nu},$$

oder es ist, wenn

$$f_\nu : n = \varphi_\nu, \; f'_\nu : n' = \varphi'_\nu,$$

die relative Frequenz der Variante V_ν unter den überlebenden Individuen

$$\varphi'_\nu = \frac{\varphi_\nu (1 - c - s_\nu)}{1 - c - s_0},$$

so daß

$$s_\nu = 1 - c - \frac{\varphi'_\nu}{\varphi_\nu} (1 - c - s_0)$$

und

$$m_\nu = 1 - \frac{\varphi'_\nu}{\varphi_\nu} (1 - c - s_0).$$

Der kleinste für m_ν gefundene Wert m_x ist als die neutrale Todesrate c zu betrachten; daher ist

$$m_x = c$$
$$s_x = 0.$$

Beispiel 1.

67 junge 15—30 mm lange Elbbutt, unter denen sich 25 linksäugige befanden, wurden in demselben Gefäß gemeinschaftlich einem längeren Transport unterzogen; es kamen lebend an 14 links- und 31 rechtsäugige. Man findet also

$$m_0 = 1 - \frac{45}{67} = 0{,}3284$$
$$m_l = 1 - \frac{14}{25} = 0{,}4400$$
$$m_r = 1 - \frac{31}{42} = 0{,}2619 = c$$
$$s_0 = m_0 - c = 0{,}0665$$
$$s_l = m_l - c = 0{,}1781$$
$$s_r = 0.$$

	l	r	Σ
f	25	42	67
$f \cdot c$	6,55	11	17,55
$f \cdot s$	4,45	0	4,45
f'	14	31	45

Beispiel 2 (fingiert).

Von 382 jungen *Syngnathus typhle* L. aus Plymouth erreichten 302 die Geschlechtsreife. Ihre Rumpfringzahlen waren:

V	17	18	19	n
f	60	294	28	382
f'	22	252	28	302.

Hieraus ergibt sich:

$$m_0 = 1 - \frac{302}{382} = 0,2094$$

$$m_{17} = 1 - \frac{22}{60} = 0,6333$$

$$m_{18} = 1 - \frac{252}{294} = 0,1429$$

$$m_{19} = 1 - \frac{28}{28} = 0 = c$$

$$s_0 = 0,2094$$
$$s_{17} = 0,6333$$
$$s_{18} = 0,1429$$
$$s_{19} = 0.$$

sowie die Variationsreihe der ausgemerzten Individuen:

V	17	18	$n \cdot s_0$
$f \cdot s$	38	42	80.

folglich

	A	v
jugendlich	17,91885	0,47028
ausgemerzt	17,52500	0,49937
geschlechtsreif	18,01987	0,41113.

Die ausgemerzten Individuen hatten eine wesentlich niedrigere, aber viel variablere Rumpfringzahl als die überlebenden.

Im ersten Beispiel überwiegt die neutrale die selektive Todesrate, im zweiten ist jene gleich Null.

2.

In der Regel jedoch wird man nicht dieselbe Individuengruppe zu zwei getrennten Zeitpunkten untersuchen können, sondern zwei Gruppen

verschiedener Altersstufen miteinander vergleichen müssen. Die Variationsreihe der jugendlichen Gruppe mit den Frequenzen $\Sigma\,(f) = n$ sei als primäre, die der älteren Gruppe mit den Frequenzen $\Sigma\,(f') = n'$ als sekundäre bezeichnet. Dann bleibt die neutrale Todesrate c (abgesehen vom Menschen in Staaten mit verläßlicher Volkszählung) unbekannt. Trotzdem läßt sich aber wenigstens der Quotient der selektiven Todesrate mit dem Komplementwert der neutralen $\left(\frac{s}{1-c}\right)$ feststellen. Es muß nämlich mindestens eine Variante, V_x, existieren, für welche $s_x = 0$, d. h. für welche keine selektive Todesrate in Betracht kommt. Für diese wird

$$f'_x = f_x(1-c)$$

und der Quotient

$$\frac{\varphi_x}{\varphi'_x} = \frac{1-c-s_0}{1-c}$$

ein Minimum, da der entsprechende Quotient für alle Varianten, welche der Selektion unterliegen,

$$\frac{\varphi_\nu}{\varphi'_\nu} = \frac{1-c-s_0}{1-c-s_\nu}$$

größer sein muß, denn es ist hier $s_\nu > 0$. Dann aber ist

$$\frac{\varphi_x\varphi'_\nu}{\varphi'_x\varphi_\nu} = 1 - \frac{s_\nu}{1-c},$$

mithin

$$\frac{s_\nu}{1-c} = 1 - \frac{\varphi_x\varphi'_\nu}{\varphi'_x\varphi_\nu}$$

$$= 1 - \frac{f_x f'_\nu}{f'_x f_\nu}$$

und

$$\frac{s_0}{1-c} = 1 - \frac{\varphi_x}{\varphi'_x}.$$

Man erhält also statt der selektiven Todesraten s_ν die vergrößerten Werte $\frac{s_\nu}{1-c}$, die zueinander in demselben Verhältnis stehen wie jene. Mit diesen aber sind die relativen Frequenzen der selektiv ausgemerzten Individuen ($[\varphi_\nu]$) ohne weiteres aus der primären Variationsreihe zu berechnen, denn es ist

$$[\varphi_\nu] = \frac{f_\nu \frac{s_\nu}{1-c}}{n \frac{s_0}{1-c}} = \varphi_\nu \frac{s_\nu}{s_0}.$$

Die relativen Frequenzen der der neutralen Todesrate verfallenen Individuen sind notwendig identisch mit denen der primären Variationsreihe, da

$$\frac{f_\nu \cdot c}{n \cdot c} = \varphi_\nu.$$

Für numerische Merkmale sind daher auch die Bestimmungswerte der der neutralen Todesrate verfallenen Individuen identisch mit denen der primären Variationsreihe; diejenigen der selektiv ausgemerzten sind aus ihrer durch die relativen Frequenzen $[\varphi_\nu]$ gegebenen Variationsreihe zu ermitteln. Die Reihe der sämtlichen (neutral und selektiv) abgestorbenen Individuen würde, wenn bekannt, einen Mittelwert ergeben, welcher zwischen denen dieser beiden Untergruppen liegt und sich dem der primären Variationsreihe um so mehr nähert, je größer c im Verhältnis zu s_0.

Die Beschaffenheit der selektiv ausgemerzten Individuen hinsichtlich des untersuchten Merkmals läßt sich also aus den Unterschieden seiner primären und seiner sekundären Variationsreihe auch dann feststellen, wenn die neutrale und damit die gesamte Todesrate des Materials unbekannt bleibt.

Ist die Gesamttodesrate m_0 irgendwie abschätzbar, z. B. gleich β, so ist, wenn $\frac{s_0}{1-c} = \alpha$,

$$m_0 = c + s_0 = \beta$$
$$c = \frac{\beta - \alpha}{1 - \alpha}$$
$$1 - c = \frac{1 - \beta}{1 - \alpha}$$
$$s_0 = \alpha \frac{1 - \beta}{1 - \alpha}.$$

Beispiel 1.

Verschiedene Zählungen junger, unter 10 cm langer Flundern von den holsteinischen Küsten ergaben 36 % linksäugige, solche größerer, über 20 cm langer dagegen nur 25 % linksäugiger Exemplare:

%	L	R
φ	36	64
φ'	25	75.

Es ist daher

$$\frac{s_0}{1-c} = 1 - \frac{64}{75} = 0{,}1467$$
$$\frac{s_r}{1-c} = 0$$
$$\frac{s_l}{1-c} = 1 - \frac{64 \cdot 25}{75 \cdot 36} = 0{,}4074.$$

Ferner wäre

bei $m_0 = 0,8$	bei $m_0 = 0,6$
$s_0 = 0,0344$	$s_0 = 0,06875$
$s_l = 0,0955$	$s_l = 0,19097$
$c = 0,7656$	$c = 0,53125$.

Beispiel 2.

Von 1120 Flundern aus Plymouth waren

	♂		♀		% L	
	L	R	L	R	♂	♀
unter 20 cm	22	287	11	251	7,14	4,20
über 20 „	18	276	9	247	6,12	3,52.

Hieraus ergibt sich:

♂	♀
$\frac{s_0}{1-c} = 0,0106$	$\frac{s_0}{1-c} = 0,0071$
$\frac{s_l}{1-c} = 0,1492$	$\frac{s_l}{1-c} = 0,1681$,

d. h. die an sich schon selteneren linksäugigen Weibchen werden mit zunehmender Totallänge durch Selektion nach Augenstellung stärker ausgerottet als die linksäugigen Männchen.

Beispiel 3 (vgl. Beispiel 2 des vorigen Abschnitts).

Nicht geschlechtsreife (iuv.) und geschlechtsreife (ad.) *Syngnathus typhle* L. ergaben die individuell unveränderlichen Rumpfringzahlen:

Fundort		V: 16	17	18	19	20	n	(Mittl. Totallg. cm)
Ostsee ..	iuv. ..	10	128	16	—	—	154	(9,85)
	ad. ...	9	105	33	—	—	147	(19,11)
Plymouth	iuv. ..	—	60	294	28	—	382	(15,625)
	ad. ...	—	22	252	28	—	302	(23,22)
Neapel ..	iuv. ..	—	—	5	79	21	105	(16,25)
	ad. ...	—	—	21	155	47	223	(22,97).

Somit beträgt $\frac{s_\nu}{1-c}$ für die einzelnen Varianten und Lokalformen:

V	Ostsee	Plymouth	Neapel
16	0,5636	—	—
17	0,6023	0,6333	—
18	0,0000	0,1429	0,0000
19	—	0,0000	0,5384
20	—	—	0,4671
$\frac{s_0}{1-c}$ ..	0,5372	0,2094	0,4943.

Hier ist die Ungleichheit der Selektionsrichtung bei den verschiedenen Lokalformen beachtenswert.

Für das Plymouth-Material findet man folgende Verteilung seiner relativen Variantenfrequenzen:

V	φ	$[\varphi]$	φ'
17	15,7	47,5	7,3
18	77,0	52,5	83,4
19	7,3	—	9,3

und die Bestimmungswerte:

	iuv.	ausgemerzte	ad.
A	17,91885	17,52500	18,01987
v	0,47028	0,49937	0,41113
β_3	—0,26538	—0,10013	0,14082
β_4	4,32922	1,01003	5,75367.

Nimmt man jetzt willkürlich eine neutrale Todesrate $c = 0{,}3$ für dasselbe Material an, so ist

V	s_ν	m_ν	f	$f \cdot s_\nu$	$f \cdot c$	$f \cdot m_\nu$	f'
17 ...	0,4433	0,7433	60	26,6	18,0	44,6	15,4
18 ...	0,1000	0,4000	294	29,4	88,2	117,6	176,4
19 ...	0,0000	0,3000	28	0,0	8,4	8,4	19,6
	0,1466	0,4466	382	56,0	114,6	170,6	211,4
	$= s_0$	$= m_0$	$= n$	$= n \cdot s_0$	$= n\,c$	$= n \cdot m_0$	$= n'$

	f	$f \cdot s_\nu$	$f \cdot c$	$f \cdot m_\nu$	f'
A	17,91885	17,52500	17,91885	17,78781	18,01987
v	0,47028	0,49937	0,47028	0,51540	0,41113.

Die relative Frequenzverteilung und damit die Bestimmungswerte bei den selektiv ausgemerzten ($f \cdot s_\nu$) und bei den überlebenden Individuen (f') bleiben also trotz der neuen Annahme unverändert; diejenigen der auf Grund der neutralen Todesrate abgestorbenen Individuen ($f \cdot c$) stimmen selbstverständlich mit denen der primären Variationsreihe (f) überein. Dagegen sind die relativen Frequenzen und die Bestimmungswerte der Gesamtheit der abgestorbenen Individuen ($f \cdot m_\nu$) je nach dem für c angenommenen Wert verschieden; so erhielte man z. B. für $c = 0{,}45$: $m_0 = 0{,}5652$, $A = 17{,}83650$, $v = 0{,}45516$.

Eingegangen am 1. Mai 1917.

Über einige neue Reptilien und einen neuen Frosch des Zoologischen Museums in Hamburg.

Von *F. Werner,* Wien.

Die nachstehenden Arten, mit Ausnahme des *Anolis,* das einer Bestimmungssendung des Hamburger Museums angehört, sind von mir im Laufe der letzten Jahre erworben und als neu erkannt und daher nach meinem Grundsatze, Typen neuer Arten nicht in meinem Privatbesitze zu belassen, dem Hamburger Museum ins Eigentum übergeben worden, demjenigen Museum, mit dem ich seit mehr als einem Vierteljahrhundert in freundschaftlichster Beziehung stehe und das meine Arbeiten stets in entgegenkommendster Weise gefördert hat.

1. Anolis macrophallus.

Kopf 1¾ mal so lang wie breit, ebenso lang wie die Tibia. Stirngegend vertieft, Stirnleisten kaum unterscheidbar. Obere Kopfschuppen stark gekielt, nur die auf der Stirn kaum merkbar. Schuppen der interorbitalen Halbkreise wenig vergrößert, gekielt, durch zwei Schuppenlängsreihen getrennt. Supraocularschuppen groß, wenig zahlreich, gekielt, durch eine Reihe sehr kleiner Schuppen von den Halbkreisen getrennt. Occipitale so groß wie die Ohröffnung, durch 3 oder 4 Schuppenreihen von den Halbkreisen getrennt. 5 Canthalschildchen, langgestreckt, scharfgekielt, nach hinten an Länge zunehmend. 7 Reihen von Zügelschuppen. 8 Supralabialia bis unter die Augenmitte. Ohröffnung mäßig groß, vertikal elliptisch. Kehlsack groß, bis über die Brust hinausreichend. Gular- und Brustschuppen deutlich, aber nicht stark gekielt. Körper nicht seitlich zusammengedrückt, ohne Nuchalfalte. Rückenschuppen klein, rhombisch, stark gekielt, ziemlich allmählich in die deutlich kleineren Seitenschuppen übergehend. Bauchschuppen größer als die Rückenschuppen; obere Schwanzschuppen stark gekielt, Mittelreihe aus vergrößerten, sechseckigen Schuppen bestehend. Schwanzbasis auffallend stark aufgetrieben, die Ruten nicht weniger als 11 mm lang. Hinterbein reicht nach vorn bis zur Augenmitte. 14 Lamellen unter der 2. und 3. Phalange der 4. Zehe, letztere sehr deutlich erweitert. Oberseite braun, Schwanzwurzel und Hinterbeine mit wenigen gelblichen Querbinden. Unterseite weißlich, Unterseite des Kehlsackes dunkelblaugrau.

Ein ♂ von 136 mm Gesamtlänge (Kopfrumpflänge 45 mm).

Von S. José de Guatemala, leg. Kapt. R. PAESSLER. 28. VIII. 1907.

Von *A. cupreus* und *godmani* durch die vergrößerten Schuppen auf der oberen Schwanzschneide und nicht vergrößerten Postanalschuppen leicht unterscheidbar.

2. Latastia ventralis.

Nächstverwandt *L. longicaudata* RSS., also mit 2 Postnasalen übereinander und auch sonst in bezug auf die Beschilderung des Kopfes übereinstimmend; Occipitale klein, nicht breiter als das Interparietale; Rückenschuppen klein, stark gekielt, 60 quer über die Rumpfmitte gezählt; Bauchschilder in 30 Quer- und nur 4 Längsreihen, die der inneren doppelt, der äußeren dreimal so breit wie lang; eine dritte Reihe jederseits ist nur durch vereinzelte größere Schildchen, die aber nicht einmal entfernt die Größe der angrenzenden Reihe erreichen, angedeutet. Femoralporen 9 bis 10. Schwanz an der Basis stark verbreitert, sehr lang (dreimal so lang wie Kopf und Rumpf zusammen). Oberseite hellgraubraun, dunkelbraun retikuliert; Unterseite weiß; Oberlippenschilder nicht dunkel gefleckt.

Länge 300 mm, Schwanz 225 mm.

Ein ♂ aus Somaliland (leg. HILDEBRANDT).

3. Egernia lohmanni.

Die einzige mir bekannte der *E. cunninghami* näher verwandte Art, in meiner Übersichtstabelle der Gattung *Egernia* (Reptilia [Geckonidae und Scincidae] in Fauna Südwestaustraliens, Ergebn. Hamburg. südwestaustral. Forschungsr. 1905, Bd. II, Lief. 25, 1910, p. 472—474) in die Gruppe I. C gehörig.

Kopf und Rumpf stark niedergedrückt; Parietalia durch das nach hinten lang ausgezogene Interparietale voneinander getrennt; 3 bis 4 Prae- und Subocularia, daher nur das 7. Supralabiale die Orbita berührend. Drei Paare großer Infralabialia, das erste in Kontakt, die beiden anderen median durch Schuppen getrennt. Rückenschuppen einkielig, der Keil niedrig, in einen kurzen, nicht abstehenden Stachel auslaufend; auch Schwanzstacheln viel weniger abstehend als bei *E. cunninghami*. Mittlere Subcaudalschuppen groß, halbkreisförmig, fast dreimal so breit wie lang; 60 Schuppen in einer Reihe bis zur Schwanzspitze. 44 Schuppen um die Rumpfmitte.

Färbung oben rotbraun, Kopfschilder schwarz gesäumt; Rücken und Schwanzoberseite mit zahlreichen großen schwarzen Flecken, von denen die meisten zu unregelmäßigen Querbinden zusammenfließen. Schnauze mehr gelbbraun. Kopfseiten vom 3. Supralabiale an schwarz, mit

spärlichen gelblichweißen Fleckchen; Halsseiten und Umgebung des Vorderbeinansatzes sowie Außenseite des Vorderbeins schwarz mit vereinzelten hellen Punkten. Sublabialia und Infralabialia olivengrün, dunkel gesäumt; Kehle grünlichweiß, gegen die Brust olivengrün, schwärzlich gefleckt und mit breiten dunklen Querbinden; Bauch und Schwanzunterseite olivengrün mit vereinzelten dunklen Fleckchen.

Gesamtlänge 365 mm; Kopfrumpflänge 165 mm.

Kopflänge bis zur Ohröffnung 88, Kopfbreite 29 mm.

Diese Eidechse war vor mehreren Jahren unter dem Namen „*E. kingi*“ im deutschen Tierhandel und dürfte wohl von manchem Reptilienpfleger unter diesem Namen erworben worden sein. Meiner Erinnerung nach waren manche Exemplare unterseits rot gefärbt.

4. Mabuia semicollaris.

Nächstverwandt *M. quinquetaeniata* Licht; auffällig verschieden durch die langen und zugespitzten Auricularschüppchen, die stets nur vierkieligen Nackenschuppen und die Färbung. Vorderes Loreale mit dem 1. Supralabiale eine sehr deutliche Sutur bildend; Frontale in Kontakt mit dem 2. und 3. Supraoculare; 6 bis 7 Supraciliaria; Frontoparietalia größer als das Interparietale; 4 Supralabialia vor dem Suboculare, das nach unten nicht verschmälert ist. Ein Paar großer Nuchalia. Rückenschuppen dreikielig; 44 Schuppen rund um die Rumpfmitte. Das Hinterbein erreicht mit der Spitze der 4. Zehe die Achselhöhle. Subdigitallamellen scharf gekielt. Oberseite dunkelbraun, Kopf heller, dunkel vermikuliert; Rücken mit kleinen (schuppengroßen) weißen Flecken mit schwarzen Rändern; ein schwarzer Vertikalfleck halbwegs zwischen Ohr und Vorderbeinansatz, hinten und vorn weiß eingefaßt; Kehle weiß, dicht schwarz gefleckt.

Kopfrumpflänge 90 mm (Schwanz regeneriert).

Ein ♂ (?) aus Somaliland (leg. HILDEBRANDT).

5. Lygosoma (Siaphos) lacertosum.

Unteres Augenlid schuppig. Ohröffnung schief eiförmig, ohne Läppchen, mäßig groß. Schnauze kurz, zugespitzt; Habitus lacertenartig; Vorder- und Hinterbeine, gegeneinander an den Körper angelegt, erreichen einander mit den Spitzen der Finger bzw. Zehen. Rostrale eine hinten etwas konkave Sutur mit dem großen Frontonasale bildend; keine Praefrontalia; Frontonasale hinten stumpfwinklig ausgeschnitten, eine breite Sutur mit dem Frontale bildend, das deltoidisch, nach hinten stark zugespitzt und 1¾ mal so lang wie breit ist. Frontoparietalia und Interparietale gesondert, dieses etwas kleiner als eins von jenen. Parietalia hinter dem Interparietale eine lange Nahtlinie bildend; keine eigentliche Nuchalia, jedoch

Nackenschuppen groß und seitlich verbreitert. Kein Supranasale; 4 Supralabialia bis unter die Augenmitte; 4 Supraocularia, das erste am längsten; 6 oder 7 Supraciliaria. 22 glatte Schuppen um die Mitte, die dorsalen groß; keine vergrößerten Praeanalschuppen; 18 bis 20 Lamellen auf der Unterseite der 4. Zehe.

Oberseite hellrotbraun, Seiten etwas dunkler. Oberlippenschilder hell und dunkel gefleckt. Rückenzone mit wenig dunkleren Längsstricheln; Kopf- und Halsseiten hellgelblich und dunkelrotbraun gescheckt; Rumpfseiten durch eine Reihe dunkler Längsflecken von der Rückenzone geschieden, mit dunklen Längsstricheln; Unterseite einfarbig hellbräunlich. Beine rotbraun, gelblich gefleckt.

Kopfrumpflänge 31 mm (Schwanz unvollständig). — Westaustralien. Diese Art verbindet die Gruppen A und B von *Siaphos,* da die Gliedmaßen zwar wohlentwickelt sind, wie in der Gruppe A, aber die Praefrontalia fehlen, wie in Gruppe B; von beiden unterscheidet sie sich durch die für die Untergattung überhaupt sehr große Ohröffnung; im Habitus erinnert das Tierchen sehr an die kleineren *Hinulia*-Arten (wie *variegatum*).

6. Typhlops hypsobothrius.

Rostrale groß, halb so breit wie der Kopf, nach vorne birn- oder flaschenförmig verschmälert und ebenso wie die übrigen Schilder der Kopfoberseite an den Rändern fein gefältelt; nach hinten die Verbindungslinie der Augenvorderränder nicht erreichend; der von unten sichtbare Teil schmal, 2½ mal so lang wie breit. Schnauze abgerundet; Nasenregion etwas angeschwollen. Nasale unvollständig geteilt, die Sutur vom 2. Labiale ausgehend, über das Nasenloch hinausreichend, das Rostrale nicht erreichend; an dieser Sutur liegt zwischen dem Nasenloch und Rostrale, von oben sichtbar, eine sehr deutliche Grube von länglicher Form. Praeoculare schmäler als Nasale oder Oculare, in Berührung mit dem 2. und 3., Oculare mit dem 3. und 4. Labiale. 4 Supralabialia, vom 1. zum 4. stark an Größe zunehmend. Praefrontale breiter als lang; die übrigen Kopfschilder kaum größer als die folgenden Schuppen. Augen sehr deutlich, unter dem Oculare. 20 Schuppen um die Mitte; Durchmesser 52- bis 71 mal in Gesamtlänge enthalten. Schwanz so lang wie breit, mit kurzer, kegelförmiger, nach abwärts gerichteter Spitze (kein Stachel). — Oberseite hellbraun, Unterseite weiß.

Länge 285 mm. — Sumatra.

Nur eine *Typhlops*-Art hat noch Gruben in den vorderen Kopfschildern, nämlich *T. bothriorhynchus* GÜNTHER; hier befinden sich die Gruben aber unter dem Nasenloch, auf dem 3. Labiale und auf jeder Seite des Rostrale. — Bei dem kleineren der Typ-Exemplare von *hypsobothrius* bemerke ich auch noch eine Grube unterhalb des Nasenloches

und am oberen Rande des 1. Labiale. Da bei der neuen Art die Nasenlöcher unterständig, das Rostrale breiter ist und das Augenniveau nicht erreicht, das Praeoculare schmäler als das Oculare, der Durchmesser über 50 mal in der Gesamtlänge, der Schwanz ohne Stachel und die Schuppenzahl 20, so ist eine Indentifizierung mit *bothriorhynchus* ausgeschlosssen.

Es möge bei dieser Gelegenheit auf die Bedeutung des Vorkommens von Gruben in den Kopfschildern bei *Typhlops* hingewiesen werden; mir scheint dieser Umstand, in Verbindung mit dem Vorkommen von Beckenrudimenten bei den Typhlopiden auf die Ableitung dieser Familie von grabenden Boiden hinzuweisen.

7. Typhlops opisthopachys.

Schnauze abgerundet; Rostrale schmal (seine Breite nur ein Viertel der Kopfbreite), die Verbindungslinie der Augenvorderränder eben erreichend; so breit wie ein Nasale; Augen deutlich; 4 Supralabialia, das Oculare vollständig vom Lippenrand trennend; Nasale nicht ganz geteilt, Naht vom 2. Supralabiale ausgehend, über das unterständige (aber dicht unter dem Seitenrande liegende) Nasenloch etwas hinausgehend, aber das Rostrale nicht erreichend; Praeoculare fast so breit wie das Oculare, über dem 2. und 3., Oculare über dem 3. und 4. Supraoculare. Die vier auf das Rostrale folgenden medianen Kopfschuppen vergrößert, ebenso die seitlich angrenzende Schuppenreihe (Supraoculare in zwei folgende) quer erweitert.

Schwanz kurz, doppelt so breit als lang, mit kurzem, aber sehr deutlichem Stachel; Körper mit 20 Reihen von Schuppen, von vorn nach hinten deutlich verdickt, sein Durchmesser etwa 18 mal in der Gesamtlänge enthalten.

Länge 355 mm; Kopfbreite 16 mm; Breite am Ende der ersten 100 mm 16, der zweiten 100 mm 19, der dritten 100 mm 22 mm. Färbung oben hellbraun, (9 Schuppenreihen) mit starkem Messingglanz; Unterseite dunkelgelb; Schwanz oben gelb, unregelmäßig dunkel gefleckt.

Fundort: Tanga, Deutsch-Ostafrika.

Gehört zur Gruppe II. B 1 b. in BOULENGERs Katalog, in die Nähe von *T. torresianus* von dieser Art aber durch den kurzen, dicken, nach hinten verbreiterten Körper, kürzeren Schwanz, weniger Schuppenreihen, schmäleres Rostrale (auch der von unten sichtbare Teil ist erheblich schmäler als bei *torresianus*), die viel kürzere obere und längere untere Nahtlinie des Nasale (Nasenloch weiter hinaufgerückt) und die Färbung leicht unterscheidbar. Auch unter den seit BOULENGERs Katalog beschriebenen Arten gibt es keine, die solche Körperverhältnisse aufweist.

8. Hyla schebestana.

Zunge kreisförmig, hinten deutlich stumpfwinklig ausgeschnitten und frei; Vomerzähne in zwei geraden queren Gruppen hinter der Verbindungslinie der Hinterränder der mäßig großen Choanen. Kopf etwas breiter als lang; Kopfhaut in der Frontoparietalregion mit dem Schädel verwachsen, aber nicht rauh und hinten nicht aufgebogen; Schnauze abgerundet, 1½ mal so lang wie der Orbitaldurchmesser; Entfernung vom Nasenloch zum Auge gleich dem Augendurchmesser; eine dicke vertikale Falte vor dem Auge. Zügelgegend konkav, sehr schief. Durchmesser des sehr deutlichen Trommelfelles gleich zwei Drittel des Augendurchmessers. Interorbitalregion etwas breiter als ein oberes Augenlid. Schnauzenkante stumpf, etwas gebogen. Schwimmhaut zwischen den Fingern nur an der Basis; an den Zehen die Endphalangen, an der vierten Zehe die beiden letzten Phalangen freilassend. Durchmesser der Haftscheiben gleich dem halben des Trommelfelles. Keine Tarsarfalte; Tibiotarsalgelenk erreicht den Vorderrand des Tympanums. Rückenhaut beiderseits von der Mitte und in der Sarsalgegend mit glatten Warzen besetzt; Unterseite grob granuliert; Kehle etwas warzig; eine starke Querfalte grenzt die Kehle vor den Vorderbeinen von der Brust ab; eine starke Falte über dem Tympanum.

Oberseite (auch die Tibia) rotbraun, gelbbraun marmoriert, Rumpfseiten hell, weitmaschig dunkel genetzt; Gliedmaßen sonst gelblichweiß, schmal dunkel quergebändert; Querbänder auf der Oberseite des Femur abwechselnd dunkler und heller rotbraun, im ganzen acht; Unterseite einfarbig weiß.

Länge 60 mm. Ein ♀ aus Kuba, mir von Herrn Apotheker Šebesta in Šobeslau, der es längere Zeit lebend gehalten hatte, freundlichst geschenkweise überlassen und nach ihm benannt.

Diese Art ist der gleichfalls kubanischen *H. septentrionalis* nahe verwandt, jedoch durch die stärker eingeschnittene Zunge, die hinter den Choanen gelegenen Vomerzähne, die nicht rauhe Frontoparietalhaut, die kleineren Saugscherben der Finger und Zehen, das Fehlen der Farsalfalte, die etwas kürzeren Hinterbeine und die sehr charakteristische Zeichnung leicht unterscheidbar.

Eingegangen am 2. Juni 1917.

Ergebnisse der biologischen Untersuchungen über die Verunreinigung der Elbe bei Hamburg.

Von Dr. *Ernst Hentschel,*
Leiter der Hydrobiologischen Abteilung des Zoologischen Museums.

Mit zehn Figuren im Text.

Einleitung.

In der vorliegenden Schrift wird der Versuch gemacht, auf breiter und sicherer Grundlage ein biologisch begründetes Urteil über die Verunreinigung der Elbe aufzubauen. Es liegen schon Urteile dieser Art vor, besonders in den Arbeiten RICHARD VOLKs, sowie in Gutachten von HOFER (nicht veröffentlicht), KOLKWITZ und SCHIEMENZ; diesen allen lag aber ein um vieles geringeres Tatsachenmaterial zugrunde, als es heute geboten werden kann. Zwar ist die Untersuchung noch immer weit davon entfernt, eine allseitige und völlig befriedigende Einsicht in den Zusammenhang der Lebensverhältnisse im Untersuchungsgebiet und ihre Abhängigkeit von den Verunreinigungen zu geben, aber das Urteil über die Verunreinigung des Stromes hat doch den Grad von Sicherheit erlangt, welcher beim heutigen Zustande der einschlägigen biologischen Methoden erwartet werden kann. Und dieser Umstand ist es, der eine zusammenfassende Darstellung als Abschluß eines ersten Hauptabschnittes der dauernd fortzusetzenden Arbeiten berechtigt erscheinen läßt.

Die Untersuchungen über den Reinheitszustand der Elbe sind in Hamburg in erster Linie Aufgabe des Hygienischen Instituts, dessen Arbeitsergebnisse aus mehr als 20 Jahren in fünf Elbberichten (nicht veröffentlicht) niedergelegt sind. Zur Ergänzung dieser Arbeiten dienen einerseits die der hydrobiologischen Abteilung des Zoologischen Museums, andererseits die Untersuchungen der fischereilichen Verhältnisse durch die fischereibiologische Abteilung des Museums und die Fischereidirektion. Sowohl die bakteriologischen wie die fischereibiologischen Arbeiten unterstehen also nicht dem Verfasser, der sich in bezug auf sie in der Hauptsache nur referierend verhalten kann. Das hydrobiologische Material — im engeren Sinne — wurde hauptsächlich in den Jahren 1913 bis 1917 gewonnen, es wurde jedoch auch das ältere veröffentlichte Material eingehend berücksichtigt. Das Literaturverzeichnis am Schlusse der Arbeit gibt über dessen Zusammensetzung Auskunft.

Über die topographischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes und die physischen Zustände des Stromes in ihm soll

hier nur das Notwendigste gesagt werden. Manches wird bei der Besprechung der biologischen Untersuchungen an geeigneten Stellen nachzutragen sein. Ausführliche Nachrichten über diese Dinge finden sich besonders in dem von der Kgl. Elbstrombauverwaltung in Magdeburg 1898 herausgegebenen Werke „Der Elbstrom" und dem Buche von MERCKEL „Die Kanalisation der Freien und Hansestadt Hamburg".

Als Grundlage der Orientierung (vgl. Fig. 3 und das Verzeichnis der Ortsnamen S. 187) dient eine Kilometereinteilung des Stromes, die von der sächsisch-böhmischen Grenze an zählt. Bis zu den Hamburger Elbbrücken hat der Strom 619 km durchlaufen. Weiter stromaufwärts sind beachtenswert die Lage von Geesthacht bei km 584, wo die Tidenbewegung des Strommündungsgebietes ihr Ende erreicht, und der Punkt km 609 bei Bunthaus, wo die Elbe sich in zwei gleichstarke Arme, Norder- und Süderelbe, teilt. Eine endgültige Wiedervereinigung des ganzen Stromes findet bei km 633, am „Mühlenberger Loch", etwas oberhalb Blankenese, statt. Allerdings bleibt noch ein Nord- und Südfahrwasser etwa bis in die Breite zwischen Schulau (km 641) und der Lühemündung (km 645) zu unterscheiden. Hier geht das bisher nördliche Hauptfahrwasser auf die linke (südliche) Seite des Stromes über.

An der Norderelbe liegen die Städte Hamburg und Altona, weiter abwärts Blankenese usw.; an der Süderelbe Harburg. Das Zwischengebiet wird durch mehrere Wasserarme, besonders Reiherstieg, Köhlbrand, Köhlfleth und Alte Süderelbe, in Inseln geteilt, von denen Wilhelmsburg, Finkenwärder und Altenwärder hervorzuheben sind. Unterhalb des Mühlenberger Lochs folgen ein paar kleinere, unbewohnte Inseln, von denen der größte Teil nur bei Ebbe sichtbar wird, die Schweinesände, der Hanskalbsand, der Lüher Sand usw.

Die Norderelbe ist oberhalb der Hamburger Brücken etwa 200 bis 250 m breit und (bei mittlerem Niedrigwasser) 3—5 m tief, unterhalb der Brücken etwa 300 m, an der Altonaer Grenze über 400 m breit und in der Fahrrinne 7—9 m tief. Die wichtigeren Häfen sind meist auf 6—8 m Tiefe ausgebaggert. Unterhalb Finkenwärder, nach Wiedervereinigung aller Arme, beträgt die Breite 3 km. Die beiden südlichen Drittel des Strombettes sind jedoch hier sehr flach.

Der Hamburger Hafen (Fig. 6) zerfällt in einen kleineren Teil nördlich der Norderelbe, der durch einen Kanalzug (Zollkanal, Oberhafenkanal usw.) von der Stadt getrennt wird, und einen größeren südlichen. In diesem letzteren lassen sich wieder drei Hauptabschnitte unterscheiden: Die Häfen um den Hansahafen herum (oberhalb des Reiherstiegs), die Kuhwärder Häfen (zwischen Reiherstieg und Köhlbrand) und die Waltershofer Häfen (zwischen Köhlbrand und Köhlfleth).

Bei km 623,4 an den St. Pauli Landungsbrücken und dicht beim Elb-

tunnel mündet das Hauptsiel von Hamburg, das Geeststammsiel (Fig. 6 Gst.) mit drei Öffnungen, von denen die am weitesten vorgeschobene fast in der Strommitte liegt. 600 m weiter abwärts an der Grenze von Hamburg und Altona mündet das von beiden Städten gemeinsam benutzte Grenzsiel. Ihm folgen bei Altona einige kleinerer Siele aus den ufernahen Stadtteilen und schließlich, wenn man von unbedeutenderen Sielen längs des ganzen Ufers absieht, bei Othmarschen (km 628,8), gegenüber dem Yachthafen, das Hauptsiel von Altona. Die Hamburger Hafenanlagen an der Südseite der Norderelbe von oberhalb der Brücken bis fast zum Köhlbrand entwässern durch ein Siel in den Reiherstieg bei den über diesen Flußarm führenden Brücken. Hier wie am Geeststammsiel und dem Altonaer Hauptsiel findet eine mechanische Vorreinigung des eingeleiteten Abwassers durch Abfischvorrichtungen statt. Die Stadt Harburg entwässert in die Süderelbe.

Von in der Ausführung begriffenen strombaulichen Unternehmungen, die für die Verunreinigungsfrage Bedeutung haben, ist besonders die fortschreitende Regulierung des Fahrwassers zwischen Finkenwärder und Schulau hervorzuheben, die zu einer allmählichen Verlandung des Gebietes der Sände führen wird. Bis jetzt ist ein 6 km langer Leitdamm an der Nordseite der Sände aufgeführt worden (vgl. Fig. 3), an den sich andere Dammbauten zwischen ihm und dem linken (Süd-) Ufer anschließen. Die Höhe dieser Dämme entspricht dem mittleren Niedrigwasser.

Die Wasserverhältnisse der Elbe bei Hamburg werden durch den Einfluß der Tiden außerordentlich kompliziert. Wasserstand und Stromgeschwindigkeit wechseln von Stunde zu Stunde. Der Ebbestrom dauert etwa 8, der Flutstrom $4\frac{1}{2}$ Stunden. Der Wasserstandsunterschied zwischen Hochwasser und Niedrigwasser beträgt durchschnittlich 1,8 bis 2 m. Das Wasser ist jedoch bei Hamburg reines Süßwasser. Erst in der Breite von Glückstadt, etwa 55 km unterhalb Hamburgs, läßt sich ein Einfluß des Salzwassers der Nordsee nachweisen. Übrigens hat aber die Elbe auch bei Hamburg einen beträchtlichen Salzgehalt sowie große Härte, infolge der oberhalb stattfindenden Einleitung von Kaliabwässern.

Die Wasserführung der Norderelbe bei Hamburg schwankt zwischen 15 und 60 Millionen cbm und wird für Mittelwasser auf 25—30 Millionen cbm in 24 Stunden angegeben. Ebensoviel geht durch die Süderelbe. Unter Berücksichtigung der Einwohnerzahlen der Städte Hamburg und Altona und der Kanalisationsverhältnisse konnte man im Jahre 1910 mit rund 200 000 cbm Abwässern in 24 Stunden rechnen, woraus sich eine etwa 150 fache Verdünnung im Vorfluter ergeben würde. Die Abwässer anderen Ursprungs fallen daneben nicht ins Gewicht.

Von den Methoden der biologischen Untersuchung wird das Notwendigste im Text gesagt. Ich beabsichtige, sie später an anderer Stelle

ausführlich zu besprechen. Es versteht sich von selbst, daß in einem verhältnismäßig so jungen Arbeitsgebiete, wie es die biologische Abwasseruntersuchung ist, und bei der Eigenart der örtlichen Verhältnisse die Ausarbeitung geeigneter Methoden noch einen Hauptteil der Arbeiten ausmachen mußte. Auch in der Zukunft wird noch sehr mit dieser zeitraubenden und an Mißerfolgen reichen Tätigkeit gerechnet werden müssen. Charakteristisch für die Arbeitsweise war das Hinstreben nach quantitativen Methoden. Diese Richtung der Arbeiten ergab sich zunächst aus den vorliegenden Aufgaben rein als praktische Notwendigkeit, sie wurde aber mehr und mehr zu einer grundsätzlichen. Ich bin überzeugt, daß nur auf diesem Wege methodischer Vervollkommnung die biologische Untersuchung von Wasserverunreinigungen zu der großen Bedeutung kommen kann, welche sie ohne Zweifel in der Zukunft gewinnen wird.

Ein Mangel der Arbeit liegt in einer gewissen Ungleichmäßigkeit der Behandlung sowohl der verschiedenen Lebensgemeinschaften wie auch der verschiedenen Teile des Gebietes. Man wird ihr dennoch nicht den Vorwurf der Unvollständigkeit machen können. Die Aufgabe kann als gelöst gelten, wenn ein klares Bild der biologischen Verhältnisse, soweit sie unter dem Einfluß von Verunreinigungen stehen, und ein sicheres Urteil über diese Verunreinigungen, soweit das nach dem heutigen Stande der biologischen Abwasseruntersuchung möglich ist, gegeben werden kann. Welche Mittel und Wege biologischer Untersuchung zur Erreichung dieses Zieles benutzt worden sind, welche — besonders wegen der durch den Krieg gegebenen ungünstigen Verhältnisse (z. B. Mangel an Barkassen und an Hilfskräften, polizeiliche Beschränkungen usw.) — in den Hintergrund treten mußten, ist dabei von geringem Belang.

Große Schwierigkeiten bot, wie bei allen derartigen Untersuchungen, die Ableitung des praktischen Urteils aus den wissenschaftlichen Feststellungen. Es steht außer Zweifel, daß die Stromverunreinigung charakteristische Veränderungen in den biologischen Verhältnissen bedingt. Auf diesen Zusammenhang gründet sich ja die Möglichkeit einer biologischen Methode der Abwasseruntersuchung. Aber wie die Einzelerscheinung im Tier- und Pflanzenleben mit dem Ursachenkomplex zusammenhängt, welche Ursachengröße der nachweisbaren Wirkungsgröße entspricht, welcher Wert demnach den einzelnen biologischen Befunden beizulegen ist, das ist leider noch sehr unsicher. Rein wissenschaftlich handelt es sich bei einer Frage wie der vorliegenden immer um eine Untersuchung über die Störung und Wiederherstellung des dynamischen Gleichgewichts im Stoffwechsel des Flusses. Was zur Lösung dieser Aufgabe hier geleistet wird und überhaupt mit den heutigen Mitteln geleistet werden kann, ist nicht viel mehr als eine Beschreibung der Gleichgewichtsverschiebungen.

Man wird sich nicht verhehlen können, daß man damit nur ganz an der Oberfläche des Problems bleibt. Eine Erklärung der Gleichgewichtsverschiebungen aus ihren Ursachen und eine Beurteilung dieser Ursachen aus ihren Wirkungen wird aber bei der praktischen Fragestellung gefordert. Was in dieser Richtung möglich ist, beschränkt sich im allgemeinen auf mehr oder weniger sichere Feststellungen von Wahrscheinlichkeiten. Es ist nicht zu vermeiden, daß viele Rückschlüsse von der Wirkung auf die Ursache angreifbar bleiben. Wenn ich trotzdem davon sprach, daß das Urteil eine befriedigende Sicherheit erlangt habe, so gründe ich mich dabei besonders auf das Zusammenstimmen vieler einzelner Erfahrungen zu einer in sich geschlossenen und einheitlichen Gesamtanschauung. Glaubt man, das Endurteil angreifen zu können, so wird man dies demnach nur auf Grund der Gesamtbefunde und nicht auf Grund einzelner, etwa zweifelhafter Folgerungen aus Einzelbefunden tun dürfen. Die Sicherheit des Urteils wird ferner wesentlich bestärkt durch das gute Zusammenstimmen der biologischen Ergebnisse mit den bakteriologischen und chemischen des Hygienischen Instituts.

Erwähnt sei noch, daß jede Polemik grundsätzlich vermieden worden ist. Es ist daher auch auf die zahlreichen den Gegenstand betreffenden, aber ihn ganz abweichend beurteilenden Schriften des Herrn Sanitätsrats Dr. BONNE in Klein-Flottbeck nur sehr wenig eingegangen. Wenn, wie es hier geschieht, ein umfangreiches, neues und eigenartiges wissenschaftliches Material zur Beurteilung einer praktischen Frage beigebracht wird, so ist eine Revision der früher über den Gegenstand gefällten Urteile unumgänglich. Man darf daher zunächst abwarten, ob die Meinungsverschiedenheiten der Beurteiler sich verringern, das Urteil einheitlicher und damit die Grundlage für praktische Arbeiten sicherer wird.

Ich habe hier noch hervorzuheben, daß ich bei der Ausführung der Untersuchungen vielfache, bereitwillige Unterstützung von anderen hamburgischen Beamten erfahren habe, die mich in hohem Grade zu Dank verpflichtet. Dem Hygienischen Institut, der Fischereidirektion, der Strombauverwaltung und dem Hafenarzt habe ich für die Erlaubnis der Benutzung ihrer Fahrzeuge zu danken. Der Strombauverwaltung und der Verwaltung des Sielwesens bin ich für Auskünfte, Kartenmaterial und Akten, die ich verwerten durfte, verpflichtet. Fahrtprotokolle der Fischereidirektion haben mir zur Einsicht vorgelegen. Besonders zu danken habe ich den Beamten des Hygienischen Instituts und dem Leiter der Fischereibiologischen Abteilung des Zoologischen Museums, sowie Herrn A. H. SELK vom Institut für Allgemeine Botanik für vielfache wissenschaftliche Unterstützung und Beratung. Auch der verstorbene Prof. HOFER in München und Prof. KOLKWITZ in Dahlem haben mit wertvollen Ratschlägen meine Arbeiten gefördert. Herr Dr. KAMMANN, wissenschaftlicher Assistent am

Hygienischen Institut, in dessen Gemeinschaft ein großer Teil der Arbeiten im Freien ausgeführt wurde, hat mir unablässig in der liebenswürdigsten Weise mit Rat und Tat geholfen. Vor allem aber habe ich den Anteil hervorzuheben, den der Direktor des Zoologischen Museums und frühere Leiter der Hydrobiologischen Abteilung, Prof. LOHMANN, an den Arbeiten hat. Die Untersuchungen aus dem Jahre 1913 und dem ersten Vierteljahr 1914 sowie die Hauptmasse der Planktonuntersuchungen bis zum Jahre 1916 sind sein Eigentum. Seit ich im April 1914 die Leitung der Hydrobiologischen Abteilung des Museums übernommen habe, hat Prof. LOHMANN dauernd einen so lebendigen Anteil an meinen Arbeiten genommen, daß ich sein hohes Verdienst um das Zustandekommen der vorliegenden Arbeit von meinem eigenen Anteil nicht mehr zu trennen vermag. Außer den Genannten möchte ich besonders den Herren Fischereiinspektor DUGE, Prof. DUNBAR, Prof. EHRENBAUM, Prof. KISTER, Baurat LANG, Wasserbauinspektor LORENZEN und Fischereidirektor LÜBBERT hier meinen Dank aussprechen.

A. Die biologischen Verhältnisse im Verunreinigungsgebiet.

Nur insofern die Lebensverhältnisse in der Elbe bei Hamburg und in seiner engeren oder weiteren Umgebung Einflüsse von Verunreinigungen des Stromes erkennen oder wenigstens vermuten lassen, sollen sie hier zur Darstellung gebracht werden. Ich gehe dabei von der Vorstellung aus, daß der Strom im ganzen einen gewissen biologischen Normalzustand besitzt, der an dieser Stelle, wo das Wasser ein dicht bevölkertes und mannigfaltig ausgebautes Gebiet durchströmt, Störungen erleidet, der aber eine gewisse Strecke weiter abwärts wieder hergestellt ist. Verunreinigungen durch Faktoren der menschlichen Kultur und Wiederreinigung durch Faktoren, die in seinen natürlichen Verhältnissen gegeben sind, treten in eine Gegenwirkung zueinander. Von oben nach unten fortschreitend beobachtet man eine Zunahme der Verunreinigungen, weiter einen Maximalzustand, dann eine Wiederabnahme, bis der Normalzustand wieder mehr oder weniger vollkommen erreicht ist. Dieser Gang der Veränderungen kommt in den Lebensverhältnissen der Organismen zum Ausdruck, und darauf beruht es, daß diese zur Beurteilung sowohl der Verunreinigungen wie der Selbstreinigungsvorgänge nach ihrer Natur, ihrer Stärke, ihrer Ausdehnung, auch wohl ihren Ursachen und ihrer Gefährlichkeit benutzt werden können.

Es dürfte nicht eine einzige Art von Tieren oder Pflanzen geben, welche von den Verunreinigungen unbeeinflußt bliebe. Dieser Einfluß ist aber naturgemäß nach Art und Stärke weit verschieden. Er ist ferner für die wissenschaftliche Beobachtung in ganz verschiedenem Grade nachweisbar. Bei vielen Arten können wir nicht die geringsten Veränderungen im Verunreinigungsgebiet feststellen, bei anderen sind sie so auffallend, daß sie auch dem Laien sofort in die Augen springen. Der Wert der Arten für die Bildung des gewünschten Urteils ist deswegen außerordentlich ungleich. Den Höchstwert muß man denjenigen Tieren und Pflanzen zusprechen, welche die größte Empfindlichkeit gegen Verunreinigungen zeigen, sei es nun derart, daß sie unter ihrem Einfluß leiden und zugrunde gehen, oder derart, daß ihr Leben dadurch ganz ausnahmsweise begünstigt und gefördert wird. Man hat solche als Leit-

formen, Leitorganismen bezeichnet. Von ihnen wird weiter unten mit besonderer Ausführlickeit die Rede sein. Hier sollen zunächst Fauna und Flora der Elbe in ihrer Gesamtheit nach in sich geschlossenen Lebensgemeinschaften, möglichst ohne wesentliche Bevorzugung einzelner Arten, behandelt werden.

Der Vorzug der Lebensgemeinschaften für die Beurteilung von Verunreinigungsfragen liegt in der Mannigfaltigkeit ihrer Merkmale, der der Leitformen in der Enge und Deutlichkeit ihrer Beziehungen zu den Verunreinigungen. Die Beobachtungen an den Leitformen sind eindeutiger, die an den Lebensgemeinschaften vielseitiger. Jene sind in ihrer Einfachheit bestimmter, diese in ihrer vielseitigen Begründung sicherer. Wenn man aus beiden Betrachtungsweisen des Lebens im Strom die Anzeichen für den Verunreinigungszustand zusammenträgt, so ist zu hoffen, daß das auf diese Anzeichen gegründete Urteil klare Bestimmtheit und sichere Begründung miteinander verbinden wird.

Der Unterschied in der Behandlungsweise beider Merkmalsgruppen liegt zunächst einfach darin, daß bei den Lebensgemeinschaften alle, bei den Leitformen nur einige Organismen besprochen werden. Wichtiger aber ist, daß dort die Vergesellschaftung in Betracht gezogen wird, hier nicht.

Da die Leitformen in den Lebensgemeinschaften eine Rolle mitspielen müssen, oft sogar die Hauptrolle spielen, so sind Wiederholungen in ihrer Behandlung nicht zu vermeiden. Man könnte sie herabmindern, wenn man die Besprechung der Leitformen in die der betreffenden Lebensgemeinschaften einfügte, doch schien die Einheitlichkeit der Betrachtungsweise, die Gruppierung nach den Methoden der Untersuchung, wie sie bei der Trennung von Leitorganismen und Lebensgemeinschaften sattfindet, für die Urteilsentwicklung günstiger zu sein. Man wird bei der gewählten Behandlungsweise auf breitem Unterbau die Hauptergebnisse sich erheben und diese in besonders bestimmt umrissenen Sonderergebnissen gipfeln sehen.

I. Die Lebensgemeinschaften.

Man versteht unter einer Lebensgemeinschaft die Gesamtheit der Lebewesen, Tiere, Pflanzen und Bakterien, welche sich in einem natürlichen Bezirk vereinigt finden und demgemäß sowohl unter den gleichen Einflüssen der Umgebung stehen wie auch vielfältig voneinander abhängig sind. Die verschiedenen Lebensgemeinschaften des Stromes stehen zwar alle in recht engen Beziehungen zueinander; man kann ein vollständiges Bild jeder einzelnen nicht entwerfen, ohne auch die anderen zu berühren, aber die Art zu reagieren, die Art, Verunreinigungen aufzunehmen und

unter ihrem Einflusse sich zu verändern, ist für jede eine besondere. Jede für sich bringt die Wechselwirkung zwischen verunreinigenden und reinigenden Faktoren im Strome auf ihre eigene Weise zum Ausdruck. Daher ist es berechtigt, das Gesamtleben der Elbe bei Hamburg in dieser Weise aufgeteilt zu besprechen und erst zum Schlusse eine Zusammenfassung des Ganzen zu versuchen.

Es sind immer ganz bestimmte Lebensäußerungen, durch die jedes Glied einer Lebensgemeinschaft auf die Verunreinigungen reagiert. Von ihnen ist vor allen die Vermehrung wichtig, weil sie sich in Zahlen zu erkennen gibt und dadurch wissenschaftlich greifbar wird. Die Vermehrungsraten der einzelnen Arten bestimmen die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft. Doch ist der zahlenmäßige Ausdruck dieser Zusammensetzung nur ein grober, mehr oder weniger äußerlicher. Erst die Einsicht in die Lebensweise der einzelnen Arten ermöglicht es, die Zahlen richtig zu deuten. Nicht was und wieviel vorkommt, sondern wie das Vorkommende lebt, gibt eine deutliche Antwort auf die Frage nach dem Einflusse der Verunreinigungen. Die Lebensweise, insofern sie durch die ungewöhnlichen Einflüsse umgestaltet, und zwar mehr oder weniger für viele Arten in gleichem Sinne umgestaltet wird, ist das Verbindende der Glieder der Gemeinschaft, nicht das Zusammenvorkommen. Um den Einfluß einer Verunreinigung aus der Beschaffenheit einer Lebensgemeinschaft abzulesen, ist es nötig, ihre systematisch und statistisch analysierbare Zusammensetzung aus der Lebensweise zu deuten. Sind wir schon von diesem Ziele noch weit entfernt, so bleibt es doch das Ziel, das allein den Weg der Urteilsbildung bestimmen kann.

Die Lebensgemeinschaften, welche im folgenden unterschieden werden, sind: Das Plankton oder die wesentlich passiv im Strom treibende Masse kleinster Organismen; das Nekton oder die Gemeinschaft der vorwiegend aktiv beweglichen größeren Tiere, welche im Süßwasser nur durch die Fische dargestellt wird; das Benthal des Grundes, bei dem hier bloß die Organismen des losen Bodens besprochen werden sollen; der Bewuchs oder alle an feste Gegenstände gebundenen ebenfalls benthonischen Tiere und Pflanzen; schließlich die Lebewelt des Schorregebiets, d. h. der Zone nahe dem Ufer, welche bei Ebbe trocken fällt, bei Flut überflutet wird und ebenfalls zum Benthal gehört.

a) Das Plankton.

Als die reichste Lebensgemeinschaft an Arten und Individuen sowie als die, welche räumlich bei weitem die ausgedehnteste ist, muß das Plankton im Gesamtbilde des Lebens im Strom durchaus im Vordergrunde stehen. Auch dürfte es für die eine Hälfte der hier zu untersuchenden

Vorgänge, nämlich für die Selbstreinigung des Gewässers, also als den Verunreinigungen gegenüber aktive Lebensgemeinschaft, tatsächlich die größte Bedeutung haben. Für das Studium der anderen Hälfte, der Umgestaltung durch die Verunreinigungen, also als passive Lebensgemeinschaft, tritt es jedoch, wie weiter unten gezeigt werden soll, ganz zurück, tritt es an die letzte Stelle. Allerdings ist dieser Satz nur dann richtig, wenn man die Betrachtung auf die Tiere und Pflanzen beschränkt und die Bakterien ausschaltet.

Der Gesamtzustand dieser Lebensgemeinschaft, wie sie oberhalb Hamburgs beschaffen ist, entspricht durchaus dem in allen anderen, nicht wesentlich durch menschliche Einflüsse veränderten Stromgebieten.

Ein genaueres Eingehen auf ihre Zusammensetzung wird durch die ausführliche Darstellung des Elbeplanktons, wie es in der Gegend von Spadenland beschaffen ist, durch VOLK (1903) überflüssig gemacht. Doch werden einige Ergänzungen in bezug auf die Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandteile und die jahreszeitlichen Veränderungen, wie sie sich auf Grund noch nicht veröffentlichter Untersuchunggn von Prof. LOHMANN über das Nannoplankton heute geben lassen, für das Verständnis der Lebensweise des Planktons im Verunreinigungsgebiet und seiner Bedeutung für die Selbstreinigung des Stromes wertvoll sein.

Die systematische Zählung auch jener kleinsten Organismen, welche das feine Seidengazenetz nicht vollständig zu fangen vermag, wie sie Prof. LOHMANN drei Jahre hindurch, zum Teil unter meiner Beihilfe, ausgeführt hat, ergibt in der Hauptsache folgendes. Die Zusammensetzung und die Mengenverhältnisse des Planktons im Strome bei St. Pauli zeigen eine deutliche Abhängigkeit vom Wechsel der Jahreszeiten. Teils wird es die Temperatur, noch mehr vielleicht das Licht sein, welches die Schwankungen bedingt. Das Gesamtplankton hat nach der Zahl der Individuen (d. h. bei den Protisten der Zellen) im Winter einen sehr tiefen, im Sommer einen sehr hohen Stand. Vom März an findet ein schnelles Ansteigen statt. Maximale Werte pflegen im Juli oder August erreicht zu werden. Dann erfolgt erneutes Absinken, und schließlich währt vom November bis Februar wieder die Zeit des Tiefstandes, die „Tiefzeit“, im Gegensatze zur „Hochzeit“ des Sommers. Untersucht man die Beteiligung der einzelnen Pflanzen- und Tiergruppen am Plankton und seinem jahreszeitlichen Wechsel, so sieht man, daß die Pflanzen bei weitem die Tiere an Menge übertreffen. Sie waren in den Jahresdurchschnitten der drei Jahre 1913 bis 1916 zwischen 18- und 56mal zahlreicher als die Tiere. Nach den Befunden für den Jahrgang 1914/15 sind es vor allem die Diatomeen (Kieselalgen), die so charakteristisch im „Flußplankton“ vorzuherrschen pflegen. Daneben kommen in abnehmender Bedeutung die Chlorophyceen, die Schizophyceen (besonders *Clathrocystis*) usw. in Betracht.

Die Maxima dieser verschiedenen Pflanzengruppen liegen zwar alle im Sommer, aber zu verschiedenen Zeiten, so daß sie sich gegenseitig ablösen und bald die eine, bald die andere mehr in den Vordergrund tritt. Auch die Maxima der höheren Tiere, wie besonders der Rädertierchen (Rotatorien) liegen im Sommer. Dies ist eine selbstverständliche Notwendigkeit aus Gründen der Ernährung. Denn wie die Chromatophoren tragenden Pflanzen für ihre Ernährung vom Licht, so sind die höheren Tiere von den Pflanzen abhängig, die ihnen zur Nahrung dienen. Wie die Pflanzen ihre stärkste Vegetation zur Lichtzeit haben, so haben die Tiere dann ihre „Weidezeit“, der eine „Hungerzeit“ im Winter gegenübersteht.

Für alle diese Eigentümlichkeiten der Jahreskurven sind die allgemeinen natürlichen Verhältnisse im Strom augenscheinlich so vorwiegend maßgebend, daß ein Einfluß der Verunreinigungen des Wassers durchaus unerkennbar bleibt.

Wie verhält es sich nun aber, wenn man verschiedene Jahre miteinander vergleicht? Sowohl die Untersuchungen von VOLK wie die von LOHMANN haben gezeigt, daß die Unterschiede eines Sommers vom anderen recht beträchtliche sein können. VOLKs Studien über die Verhältnisse in den Jahren 1904 und 1905 beschäftigten sich speziell mit dieser Frage unter dem Gesichtspunkt des Einflusses der Abwässer. Die Verdünnung der Abwässer mußte in dem ganz ungewöhnlich trockenen Jahre 1904 eine wesentlich geringere sein als in dem normalen Jahre 1905. Trotzdem zeigte das Plankton im ganzen durchaus normale Verhältnisse. VOLK konnte nur (1906, S. 29) eine beträchtliche Überzahl der Wimperinfusorien, besonders *Paramaecium* und *Stentor coeruleus,* im Jahre 1904 gegen 1905 feststellen, jedoch waren diese vielleicht durch Abwässer begünstigten Organismen überall in der Elbe, sogar oberhalb von Hamburg reichlicher als unterhalb, zu finden. Also auch in diesem besonders günstigen Falle war ein Einfluß der Hamburger Abwässer auf das Plankton nicht nachweisbar.

Eine Sonderstellung unter den Organismen des Nannoplanktons nehmen die Zooflagellaten ein, jene meist sehr kleinen, farblosen Geißeltierchen, der Gattungen *Bodo, Monas* usw., die sich in jeder Zentrifugenprobe finden und die Hauptmenge der Tiere ausmachen. Sie haben das ganze Jahr hindurch auffallend beständige Zahlen, zeigen kein ausgeprägtes Maximum oder Minimum und lassen keinen gesetzmäßigen Zusammenhang mit den Pflanzen oder mit Wärme und Licht erkennen. Das ist sehr bemerkenswert und zeigt zum wenigsten, daß ihre Nahrung das ganze Jahr hindurch ziemlich gleichmäßig vorhanden ist, mag diese Nahrung nun — man weiß darüber nicht viel — vorwiegend aus Bakterien, aus Detrituspartikeln oder aus gelösten organischen Stoffen bestehen. Naturgemäß überwiegen während des größten Teiles des Jahres die

Pflanzen ganz bedeutend über die Zooflagellaten, da sie aber im Winter auf einen sehr tiefen Stand kommen, so kann eine Zeit eintreten, wo die immer ziemlich gleichmäßig vorhandenen Tiere, d. h. eben besonders die Zooflagellaten, vorherrschen. In der Tat können in den Monaten November bis Februar die Tiere 50 % und mehr der gesamten Organismen ausmachen, während von März bis Oktober die Pflanzen gewöhnlich um ein Vielfaches überwiegen. Obwohl bis jetzt auch an den Zooflagellaten, abgesehen von der mehr pseudoplanktonischen *Anthophysa vegetans* (vgl. S. 151), kein Einfluß der Verunreinigungen nachgewiesen werden konnte, ist ein solcher doch sehr wahrscheinlich. Sowohl die große Rolle, die bei ihnen die „saprozoische" Ernährungsweise durch fäulnisfähige organische Substanzen zu spielen scheint, wie auch ihre verhältnismäßig große Vermehrungsgeschwindigkeit müssen sie ganz besonders den Abwassereinflüssen zugänglich machen.

Die Untersuchungen haben ferner gezeigt, daß in bezug auf den Planktongehalt örtliche Unterschiede bestehen. Es wäre daher zu prüfen, ob etwa in diesen Unterschieden ein Einfluß von Verunreinigungen zum Ausdruck kommt. Die Arbeiten von VOLK (1907, S. 43 u. a.) hatten ergeben, daß die Hafenbecken, zumal wenn sie am einen Ende blind geschlossen sind, sich ebenso zum offenen Strom verhalten wie andere ruhige Seitengewässer, also z. B. Altwässer. Gerade wie diese sind sie Brutstätten des Planktons, von denen aus der Strom regelmäßig gespeist wird. Ihr Planktonreichtum ist ein sehr bedeutender. Zumal die Fülle von Krustern der Gattung *Bosmina* (*Bosmina longirostris-cornuta* Jur.) ist im Sommer außerordentlich groß, da diese Tiere z. B. im Indiahafen zu Millionen im Kubikmeter vorkommen können, ja selbst im Jahresmittel zur Zeit der VOLKschen Untersuchungen (1901/02) über eine Million im Kubikmeter ausmachten. Auch bei den Rädertierchen findet in den Hafenbecken gegenüber dem Strom eine Veränderung statt, doch betrifft sie mehr die Zusammensetzung der Fauna als die Menge der Tiere (VOLK 1903, S. 84). Besonders die VOLKsche Tabelle 9 (a. a. O. S. 148/49) zeigt das verschiedenartige Verhalten im offenen Strom und in den Häfen. Untersuchungen, welche ich neuerdings nach der von KOLKWITZ (1911 c, S. 511) empfohlenen Methode der Durchseihung von je 50 Litern Wasser und nachfolgender Zählung der Organismen gemacht habe, führten zu ähnlichen Ergebnissen.

Insofern nun im Plankton irgendwelcher Art eine Anreicherung in den Hafenbecken gegenüber dem offenen Strom nachzuweisen ist, muß angenommen werden, daß die günstigen Lebensbedingungen des ruhigen Wassers dabei zur Geltung kommen. Ob zugleich auch, und in welchem Grade, die Zuführung nahrhafter Verunreinigungen eine Rolle spielt, kann zur Zeit nicht ausgemacht werden. Beachtenswert in bezug auf die

Frage nach den biologischen Wirkungen der Verunreinigungen ist aber die Tatsache der qualitativen und quantitativen Eigenart des Hafenbeckenplanktons insofern, als sie zeigt, daß es im Untersuchungsgebiet Stellen gibt, wo das Plankton einen dauernden Aufenthalt hat, wo die Bewegung der Wassermassen für eine allgemeine Durchmischung zu langsam ist. An solchen Stellen ist augenscheinlich die Zeit für dauernde Neubildungen, für die Entwicklung langer Reihen von Generationen vorhanden. Wenn an diese Stellen Abwässer hinkommen, so können sie, was im schnell vorübereilenden Strom kaum möglich ist, dem Plankton ein eigenartiges Gepräge verleihen. Für die Verunreinigungsfragen verdient also das Hafenbeckenplankton, zumal das Nannoplankton, ganz besonders vielleicht das der Zooflagellaten, eine Beachtung, welche derjenigen der an den Ort gebundenen benthonischen Organismen nahekommt. Allerdings ist ja der Zufluß von Abwässern vom Strom aus gerade hier minimal.

Wenn im Strombette selbst durch den Einfluß von Abwässern örtliche Unterschiede der Beschaffenheit des Planktons überhaupt eintreten, so müssen sie sich unterhalb der Sielmündungen geltend machen. Unter den Verhältnissen von Hamburg kompliziert sich das allerdings durch die Tiden, aber vielleicht ist deren Wirkung nicht nur eine für die Beobachtung ungünstige, verwischende. Denn die Aufwärtsbewegung des Wassers mit der Flut und der Anstau beim Tidenwechsel haben ja augenscheinlich zur Folge, daß die Zeit, während deren das Plankton der Einwirkung der Abwässer ausgesetzt sein kann, eine wesentlich längere ist, als unter den einfacheren Verhältnissen im Oberlauf des Stromes. In bezug auf manche Bestandteile des Nannoplanktons wird diese Zeit vielleicht für das Zustandekommen einer nachweisbaren Einwirkung genügen. Die bisher darauf gerichteten Untersuchungen waren zu wenig eingehend, um ein klares Ergebnis zeitigen zu können. Dagegen sind die Verhältnisse des wesentlich leichter zu untersuchenden Netzplanktons gut bekannt. Eingehende Untersuchungen von VOLK (s. besonders VOLK 1906) nebst ergänzenden Beobachtungen von LOHMANN und mir haben ein recht klares Bild dieser Verhältnisse geliefert.

Diatomeen (Kieselalgen), Rotatorien (Rädertierchen) und Crustaceen (Kruster) sind überall in der Niederelbe die Hauptbestandteile des gröberen Planktons. In bezug auf die Rädertierfauna tritt, wie es scheint, unterhalb Hamburgs zunächst keine wesentliche Änderung ein, dagegen werden ziemlich bald neue Formen von Kieselalgen und eine neue Art von Krustern herrschend, die dann bis hinab an die Mündung die Charakterformen des Planktons bleiben. Unter den Diatomeen treten größere Formen vom „Trommeltypus“ auf, die der Gattung *Coscinodiscus* angehören, unter den Krustern eine Copepodenart *Eurytemora affinis*. Daß diese Neuerscheinungen in der qualitativen Zusammensetzung des Planktons

mit von Hamburg ausgehenden Einflüssen zu tun hätten, ist ausgeschlossen. Dieselben Organismen sind für die Mündungsgebiete auch der anderen in die Nordsee mündenden Ströme charakteristisch, ja man beobachtet das Auftreten von Diatomeen vom „Trommeltypus" auch in der Mündung des Amazonenstromes, wo wesentliche kulturelle Einflüsse nicht vorliegen können. Es handelt sich um Organismen der Mündungsgebiete, die nicht an die Grenze des Salzwassers gebunden sind, aber auch nicht sehr weit darüber hinausgehen. Denkbar wäre es immerhin, daß die Tatsache, daß sie gerade bei Hamburg im wesentlichen ihr Ende erreichen, mit dem Einflusse des Abwassers zusammenhinge, aber der Umstand, daß die Grenze in der Süderelbe, wo derartige Einflüsse nur minimal sind, in derselben Breite liegt, macht auch diese Annahme wenig wahrscheinlich.

In quantitativer Beziehung beschränken sich die VOLKschen Untersuchungen des Netzplanktons unterhalb Hamburgs auf die höheren Tiere, Crustaceen und Rotatorien. Über das Vorkommen von *Coscinodiscus*, dessen Verbreitung in hohem Grade der von *Eurytemora* entspricht, kann ich einige ergänzende Angaben machen.

VOLK gibt (1906, S. 86—88) folgende Zahlen über die Menge der Copepoden im Kubikmeter, einerseits oberhalb von Hamburg bei Bunthaus (km 609), andererseits unterhalb bei Schulau (km 641), wobei es sich an der unteren Station so gut wie ausschließlich um *Eurytemora* handeln wird:

Copepoden in 1 cbm Wasser

1904: 1905:	9. Sept. 5. „	13. Sept. 12. „	20. Sept. 19. „	27. Sept. 26. „	30. Sept. 3. Okt.	10. Okt. 10. „	Durchschnitt
1904 Ob. Stat. . .	800	—	—	—	—	—	133
Unt. Stat. .	30 600	23 000	10 350	32 500	20 800	21 050	23 000
1905 Ob. Stat. . .	300	300	150	—	150	—	150
Unt. Stat. .	24 900	9 000	65 400	6 243 700	158 400	191 000	1 115 500

Aus dieser Übersicht geht aufs deutlichste hervor, welch gewaltiger Unterschied in den Mengen dieser kleinen Krebstiere oberhalb und unterhalb von Hamburg besteht. So sehr die Fänge der unteren Station unter sich variieren, so ist doch die Zahl der *Eurytemora* in ihnen immer um ein Vielfaches größer als die der Copepoden in den Fängen der oberen Station. Der große Unterschied, welcher auch bei der Durchschnittsberechnung an der unteren Station zwischen dem Werte von 1904 und dem von 1905 hervortritt, dürfte darauf beruhen, daß 1904 ein Trockenjahr mit außerordentlich geringen Wassermengen war.

Eine weitere Beobachtung, die für die Beurteilung der Bedeutung dieser *Eurytemora*massen in Betracht kommt, ist die, daß man bei Fahrten

von Hamburg etwa bis Glückstadt von Ort zu Ort sehr verschiedene Mengen der Tiere antrifft, und daß die Kurve ihrer Häufigkeit, soweit die Beobachtungen bis jetzt das zu beurteilen gestatten, ein wohl ausgeprägtes Maximum haben kann. Bei zwei Fahrten lag es jedesmal nahe der Lühemündung. Dies Verhalten habe ich auf folgende Weise festgestellt.

Auf einer Fahrt der Barkasse „Gaffky" am 4. Mai 1916 wurden abends von $5^1/_2$ bis $9^1/_2$ Uhr auf der Strecke von Pagensand stromaufwärts bis zum Deichtor ununterbrochen Wasserproben von etwa 500 ccm geschöpft und die darin enthaltenen *Eurytemora* der Zahl nach geschätzt. Diese nur versuchsweise ausgeführte Beobachtungsreihe konnte keine sicheren Ergebnisse haben, da die Schätzungen, je größer die Zahl der Tiere wurde, um so unsicherer ausfallen mußten. Immerhin waren die Unterschiede zwischen den einzelnen Proben doch so bedeutend, und es zeigten gewöhnlich kürzere Strecken hindurch die Proben soviel Einheitlichkeit, daß eine nicht unbrauchbare Kurve gezeichnet werden konnte. Der Höchstwert lag bei der Lühe. Der betreffende Fang wurde konserviert und ergab bei Durchzählung in ungefähr einem halben Liter 4108 *Eurytemora*, also auf den Kubikmeter etwa 8 216 000. Von den vier diesem Hauptfang benachbarten lagen drei noch unzweifelhaft wesentlich höher als alle anderen von den etwa 80 Fängen. Unterhalb der Lühe war die Menge der Krebse im Durchschnitt zweifellos größer als zwischen der Lühe und Finkenwärder. Oberhalb von Neumühlen, also im Hamburg-Altonaer Stadtgebiet, fehlten die Tiere fast ganz. Bei dieser Fahrt herrschte etwa bis Schulau hinauf Flut, von da ab Ebbe.

In exakterer Weise wurde der Versuch auf einer Fahrt der Barkasse „Unterelbe" am 13. September 1916 von Hamburg bis in die Gegend von Glückstadt wiederholt. Von 8^{14} bis 11^{00} vormittags bei Ebbe wurde alle drei Minuten eine Wasserprobe von etwa 330 ccm entnommen und konserviert, so daß die Krebse gezählt werden konnten. Wie die beigefügte Tabelle zeigt, waren die *Eurytemora* auf der ganzen Strecke verhältnismäßig selten, was eine Folge des sehr stürmischen Wetters an diesem Vormittage gewesen sein mag. Wegen der niedrigen Zahlen kommen die zufälligen Unterschiede stark zur Geltung. Klarer wird das Bild, wenn man, wie ich es in der gezeichneten Kurve (Fig. 1, I) getan habe, je drei Fänge zusammenfaßt und ihren Durchschnitt berechnet. Dann zeigt sich ein recht stetiges Ansteigen von Hamburg an bis etwas über die Lühe hinaus und danach ein weniger stetiges, doch deutlich erkennbares Absinken bis in die Gegend von Glückstadt, bei höheren Durchschnittswerten als in der oberen Hälfte.

Neben den Zählungen der Copepoditen von *Eurytemora* wurden für diese Fangreihe auch Schätzungen für die wichtigsten der übrigen Organismen

Tabelle über die Volksstärke von Eurytemora und Coscinodiscus in je 330 ccm Oberflächenwasser der Elbe unterhalb von Hamburg.

Im Fahrwasser von Altona bis Krautsand am 13. September 1916								In den Seitengewässern von Finkenwärder bis unterhalb Brunshausen am 20. März 1917					
Nr.	km	Ortsangaben	Copepoditen	Nr.	km	Ortsangaben	Copepoditen	Nr.	Örtlichkeit	Copepoditen	Nauplien	Coscinodiscus	Coscin. leer
1	625		—	29	649		8	1	Finkenwärder, zw. Kan. B u. C.	—	1	92	125
2	626		—	30	650		3	2	Nienstedtener Kirche gegenüber	—	—	489	509
3	627		1	31	651		4	3	Oberhalb Mühlenberg	—	—	140	254
4	628		—	32	652		5	4	Mühlenberger Loch	—	—	114	63
5	629		1	33	653		16	5	Böhaken, S. vom Ostende	—	(1)	209	115
6	630		2	34	654		.	6	Oberhalb Stoltenhörn	—	—	2551	1315
7	631		—	35	654		2	7	Bei „ (Ecke) ..	—	1	787	534
8	632		1	36	655	S	6	8	„ „	—	—	2892	1035
9	633		1	37	656		6	9	Hanöfer Sand, Ostende	—	—	3181	923
10	634	E	2	38	657		2	10	„ „ oberhalb Hafen	—	2	906	507
11	635		3	39	658		12	11	„ „ unterhalb Hafen	—	1	2120	787
12	636		5	40	659		9	12	„ „ Westende	—	—	1020	396
13	637		4	41	659		3	13	Hanskalb-Sand	—	—	1067	452
14	637		.	42	660	P	3	14	Oberhalb Wisch	—	2	1416	636
15	638		3	43	661		10	15	Wisch, Leuchtfeuer	—	—	2658	678
16	639		6	44	662		3	16	Dicht oberhalb Lühe	—	—	1915	570
17	640		3	45	663	K	5	17	Unterhalb „	—	2	1208	393
18	641		5	46	664		3	18	Leuchtturm bei „	—	—	1066	416
19	641		11	47	665		12	19	Lüher Sand, Ostende	—	—	844	205
20	642		5	48	666		14	20	„ „ Mitte	1	1	787	336
21	643		8	49	667		5	21	„ „ Westende	—	3	3466	952
22	644		4	50	668		1	22	Twielenfleth, Ostende	—	1	832	182
23	645		9	51	668		2	23	„ Landungsbrücke.	—	1	804	194
24	646		2	52	669		1	24	km 653, Strommitte	—	—	485	182
25	646	L	.	53	670		1	25	Oberhalb Juels-Sand-Feuer ..	—	—	980	211
26	647		15	54	671		—	26	Unterhalb „ „ „ ..	1	—	866	194
27	648		10	55	672		2	27	Gegenüber Brunshausen	—	1	1157	219
28	649		9	56	673		3	28	Oberhalb Juels Steert	—	—	986	285
								29	Unterhalb „ „	—	1	1083	205
								30	Oberhalb Pinnaumündung	—	—	1317	228

E = Estemündung, L = Lühemündung, S = Schwingemündung. P = Pinnaumündung, K = Krückaumündung

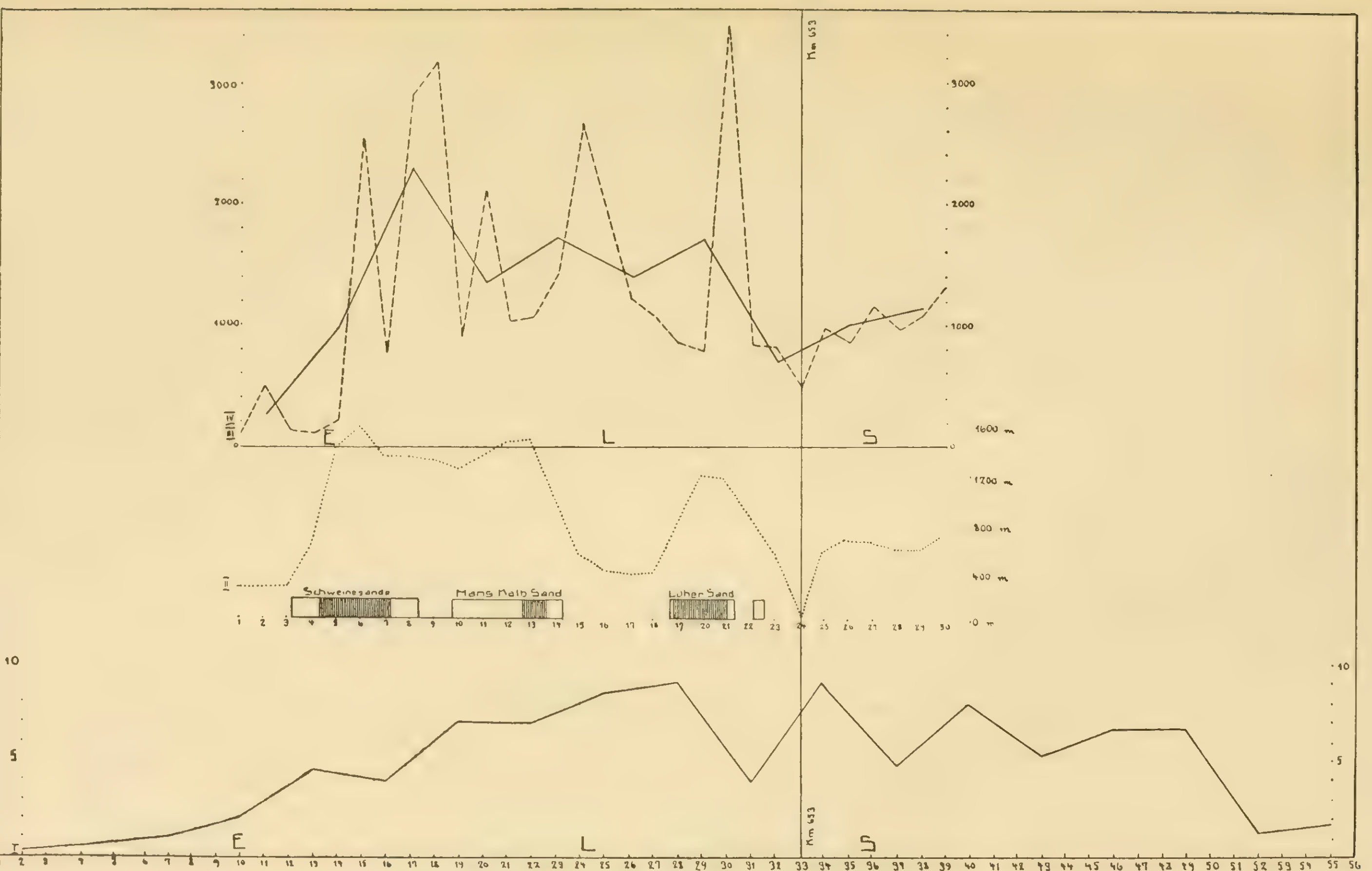


Fig. 1.

Kurven der Volksstärken von *Coscinodiscus* und *Eurytemora* in Oberflächenproben von je 330 ccm zwischen (I) Altona und Krautsand bzw. (III u. IV) Finkenwärder und Brunshausen. I Copepoditen von *Eurytemora* nach Mittelwerten aus je drei Fängen am 13. September 1916. II Abstände der Fahrtlinie am 20. März 1917 von der Mitte des Hauptfahrwassers nebst Angabe der Lage der Sände (weiß unter, schraffiert über Hochwassergrenze). III *Coscinodiscus* nach den einzelnen Fängen. IV Desgl. nach Mitteln aus je drei Fängen. Die Zahlen unter den Kurven sind die Fangnummern. E Estemündung, L Lühemündung, S Schwingemündung, P Pinnaumündung, K Krückaumündung. Die Linie „km 653“ schneidet alle Kurven in einander entsprechenden Punkten. Vgl. Tabelle S. 52.

ausgeführt. Es ergab sich, daß die Nauplien, die wichtigste Rädertiergattung *Brachionus* und *Coscinodiscus* augenscheinlich eine maximale Entwicklung in derselben Gegend wie *Eurytemora* hatten. Anders verhielt sich die Diatomeengattung *Melosira* mit maximalem Auftreten oberhalb Falkenstein. Von ihr hat schon VOLK nachgewiesen, daß sie mehr der oberen Elbe angehört. Die übrigen Organismen sind zu selten, um in Betracht zu kommen.

Eine dritte Reihe von Fängen entstammt einer Fahrt mit der Barkasse der Fischereidirektion am 20. März 1917 von 11 a. m. bis $2^1/_2$ p. m. von Finkenwärder bis Brunshausen bei Ebbe. Die Barkasse hielt sich, um Schutz zu haben, nahe dem Südufer, kreuzte den Strom unterhalb Twielenfleth (Nr. 24, km 653) und blieb dann an der Nordseite. Sie bewegte sich also in oft großer Entfernung vom Hauptstrom und durchfuhr das flache Gebiet südlich der „Sände" seiner ganzen Länge nach. Proben von je 330 ccm wurden an 30 Stellen in je 1 km Abstand voneinander entnommen, konserviert und für alle größeren Organismen durchgezählt. Von *Eurytemora* wurden nur 2 Copepoditen und 18 Nauplien auf der ganzen Strecke gefangen, dagegen fand sich *Coscinodiscus* reichlich. Um die Schwankungen ihrer Volksstärke (vgl. die Tabelle) zum Ausdruck zu bringen, habe ich eine Kurve auf Grund der Einzelbefunde und eine zweite wieder auf Grund der Mittelwerte von je drei Fängen gezeichnet (Fig. 1, III und IV). Daneben habe ich eine Kurve gesetzt (II), aus der sich der jeweilige Abstand der Fangstelle von der Mittellinie des Hauptfahrwassers ablesen und ferner ihre Lagebeziehung zu den Sänden erkennen läßt.

Man sieht aus diesen Kurven, daß nach anfangs sehr geringen Werten im Gebiet hinter den Schweinesänden alsbald hohe Volksstärken auftreten und im allgemeinen auch beibehalten werden. Einen auffallend niedrigen Wert ergab die Strommitte unterhalb Twielenfleth (vgl. Kurve III mit II). Danach blieben längs des Nordufers die Zahlen bei geringen Schwankungen mäßig hoch. Ein Unterschied der Bevölkerungsdichte zwischen dem Fahrwasser und den stillen, durch die Sände geschützten Seitengewässern scheint also deutlich hervorzutreten. Ja, vielleicht ist auch da, wo keine Sände vorgelagert sind, wie oberhalb der Estemündung (E), nahe der Lühemündung (L) und im Gebiet der Schwingemündung (S) noch ein Unterschied gegenüber dem offenen Fahrwasser zum Ausdruck gekommen, und ferner scheint bei einem Vergleich dieser drei einigermaßen untereinander ähnlichen Strecken (Nr. 1—4, 15—18 und 25—30) wieder das Aufsteigen bis zur Lühemündung und ein langsamerer Wiederabfall angedeutet zu sein wie in der Kurve I und in der Kurve der oben besprochenen Schätzungswerte. Dieselbe Erscheinung tritt hervor, wenn man in der Tabelle die Nauplien aus je drei Fängen zusammenfaßt. *Melosira*, deren Zahlen nicht in die Tabelle eingetragen sind, zeigte üppige Entwicklung von unterhalb der Schweinesände bis zur Schwinge

mit einer Abschwächung unterhalb der Lühe. Die anderen, selteneren Organismen ergaben nichts.

Schließlich sei im Anschluß an diese drei Beobachtungsreihen erwähnt, daß zahlreiche Planktonfänge mit dem Netz, wie auch während der Fahrt beobachtete Schöpfproben von der Wasseroberfläche gezeigt haben, wie im Gebiete zwischen Finkenwärder und Schulau der südliche Teil der Elbe, die „Schweinesandbucht", um vieles reicher an Copepoden ist als der nördliche, das Hauptfahrwasser. Die flachen Gebiete mit schwächerem Strom in der Umgebung der Sände befördern augenscheinlich das Gedeihen dieser Tiere, Dazu stimmt auch ihr unter Umständen massenhaftes Vorkommen in den tiefen Buhnenfeldern unterhalb Schulau bis zur Hetlinger Schanze. (Vgl. auch VOLK 1906, S. 38, und TIMM 1903, S. 302 ff.)

Nach diesem allen muß man annehmen, daß, wie schon des öfteren hervorgehoben worden ist, die ruhigeren, flacheren Gebiete an den Seiten und besonders in geschützten Buchten außerhalb des Hauptstroms die eigentlichen Brutstätten der Planktons sind, und daß die Copepoden sich dort, besonders in muldenförmigen Senkungen (VOLK), gut zu erhalten vermögen, so daß sie zu großen, nach Milliarden zählenden Schwärmen anwachsen. Man beobachtet solche Schwärme bisweilen als gelbgraue Wolken im Wasser. Im offenen Strom sind sie seltener, doch müssen sie ja immer in gewissen Mengen, bei starken Strömungen und Winden unter Umständen in sehr großen Massen, in das Fahrwasser hinausgetrieben und mit fortgeschleppt werden. Daß sie in den beiden zuerst beschriebenen Beobachtungsreihen jedesmal, trotz entgegengesetzter Tiden, nahe der Lühemündung ihr Maximum hatten, könnte sich daraus erklären, daß sowohl oberhalb wie unterhalb dieser Gegend, außerdem auch ihr gerade gegenüber am Nordufer der Stromes, ausgedehnte flache Gründe liegen, deren Reichtum an *Eurytemora* nachgewiesen ist und von denen aus notwendig ein Teil des Planktons regelmäßig in den hier von der einen nach der anderen Seite übersetzenden Strom getrieben werden muß. Die in der obigen Tabelle VOLKs besonders für 1905 hervortretende Veränderlichkeit der Zahlen mag mit diesem Umstande zusammenhängen.

Es fragt sich nun, ob bei dieser Verteilung von *Coscinodiscus* und *Eurytemora* in der Elbe die Mitwirkung von Verunreinigungen anzunehmen ist. Ein derartiger Einfluß wäre in zweierlei Weise denkbar. Einmal könnten die Abwässer diese Organismen, wenn sie empfindlich dagegen sind, aus gewissen Gebieten vertreiben, andererseits könnte ihr Reichtum an organischen Substanzen mittelbar oder unmittelbar eine starke Nahrungszufuhr für das Plankton bewirken und dadurch seine besonders üppige Entwicklung zur Folge haben.

Die Tatsache des minimalen Vorkommens von *Eurytemora* oberhalb von Neumühlen und ihrer nur ganz allmählichen Zunahme bis Schulau

hinab ist, wie gesagt, wohl nicht als Zeichen einer ungünstigen Einwirkung der Abwässer zu betrachten, weil bei Hamburg das Vorkommen von *Eurytemora* überhaupt so gut wie ganz aufhört. Zumal bei letzter Ebbe, wenn das reinste Oberwasser herabkommt, ist das Fehlen dieser Krebse selbstverständlich. Es ist auch nicht sehr wahrscheinlich, das sie so hochgradig empfindlich gegen Abwässer sind, daß sie einen kürzeren Aufenthalt in dem verunreinigten Gebiet nicht sollten ertragen können.

Was die zweite Frage betrifft, so darf man mit Bestimmtheit behaupten, wie es schon VOLK wiederholt getan hat, daß durch die Abwässer von Hamburg und Altona eine Nahrungsanreicherung für die Kruster, vielleicht auch für die Diatomeen, stattfindet. Zumal in der Schweinesandbucht, in der bei Flut die mit Abwässern belasteten Gewässer der Fahrrinne ausgebreitet werden, muß dies notwendig der Fall sein. Da man annehmen kann, daß *Eurytemora,* wie es andere Copepoden tun, ziemlich wahllos alles ihr zugängliche verdauliche Material ihrer Umgebung aufnimmt, so wird sie den nahrhaften Detritus mit den daran sich entwickelnden Bakterien ebenso wie alle von gelösten Stoffen der Abwässer oder selbst wieder von fein verteilten geformten Stoffen lebenden Organismen mit verzehren. Neben dieser Einwirkung der Abwässer sind aber zwei andere Faktoren ebenso unzweifelhaft wirksam, so daß sich gar nicht beurteilen läßt, wie groß die Rolle der Abwässer hier ist. Das ist einerseits die Nahrungszufuhr durch den schon oberhalb Hamburgs sehr beträchtlichen allgemeinen Bestand an Schwebstoffen, Detritus und Plankton, andererseits die Gunst der räumlichen Verhältnisse in der Umgebung der Sände, die in allen Gewässern der Welt mit größter Wahrscheinlichkeit ein reiches Planktonleben zur Folge haben würde.

Überblickt man die Gesamtheit dieser Ergebnisse über das Plankton, so wird man den eingangs ausgesprochenen Satz, daß diese Lebensgemeinschaft wenig geeignet ist, um über die Verunreinigungen des Stromes Auskunft zu geben, begründet finden. Dabei ist natürlich immer von den ja auch zum Plankton gehörigen Bakterien abgesehen, deren Untersuchung nicht in den Kreis der hydrobiologischen Arbeiten einbezogen wurde. Sie drücken die Stärke und Ausdehnung der Verunreinigungen im großen und ganzen deutlich aus. Daß möglicherweise die Zooflagellaten in einem ähnlichen Sinne eine Rolle spielen könnten, wurde erwähnt. Von den „Pseudoplanktonten“, d. h. abgerissenen Organismen des Bewuchses, welche sich im Plankton finden *(Sphaerotilus, Anthophysa),* wird weiter unten (S. 145 und 151) die Rede sein.

Als Gesamtergebnis ist also festzustellen, daß sich am Plankton mit den bis jetzt angewandten Mitteln verändernde Wirkungen der Verunreinigungen mit Sicherheit nicht nachweisen ließen.

Wenn nun auch eine solche Wirkung nicht empirisch nachweisbar ist, so darf doch keineswegs angenommen werden, daß sie nicht statt-

findet. Man muß im Gegenteil vermuten, daß sie eine ganz bedeutende ist, die sich nur in der gewaltigen Wassermasse in unzählbare kleine Einzelwirkungen auflöst und so für unsere Wahrnehmung nicht in dem Grade zur Geltung kommt, welcher notwendig wäre, um uns zu ihrer deutlichen Unterscheidung von den Wirkungen anderer, äußerst komplizierter Faktoren in den Stand zu setzen.

Da die Verunreinigungen des Stromes in der Hauptsache von wenigen eng begrenzten Stellen ausgehen, und ihre Wirkungen nur in der nächsten Umgebung dieser Stellen zu sehr deutlichem Ausdruck kommen können, ist das schnell vorübereilende Plankton wenig zur Aufnahme dieser ersten, deutlichsten Wirkungen geeignet. So fehlen in ihm die Anzeichen der Verunreinigung. Da aber die Verunreinigungen sich alsbald durch große Wassermassen nach allen Seiten hin verbreiten, und da in diesen Wassermassen überall das Plankton lebt, da es ferner zum größten Teil aus kleinsten, einzelligen Organismen besteht, von denen jeder einzelne unmittelbar und nicht erst als Glied eines komplizierten Zellkomplexes den Wirkungen aus seiner Umgebung ausgesetzt ist, so muß es in besonders hohem Maße geeignet sein, diese späteren Einflüsse aufzunehmen. Diese sind weniger intensiv, aber von um so größerer räumlicher und zeitlicher Ausdehnung ihres Wirkungskreises. Das Plankton mit seiner Allverbreitung und seiner feinen Verteilung muß als Ganzes einer entschiedenen und dauernden, wenn auch schwer nachweisbaren Einwirkung der Abwässer unterliegen, die, so geringfügig sie an jedem einzelnen Organismus sein mag, doch für das Ganze dieser Lebensgemeinschaft eine der relativen Menge der Abwässer entsprechende wesentliche Bedeutung haben muß.

Der Einwirkung der Abwässer auf die Lebensprozesse entspricht aber eine Gegenwirkung der Lebensprozesse auf die Abwässer. Diese Gegenwirkung wird biologische Selbstreinigung des Flusses genannt. Von unzähligen Millionen einzelner Punkte aus, die mit großer Gleichmäßigkeit durch alles Wasser des Stromes verteilt sind, wird diese Arbeit erfolgreich ausgeführt. Wie sie ausgeführt wird, ist uns allerdings noch immer sehr unvollkommen bekannt. Ein genaueres Eingehen auf diesen Gegenstand dürfte an dieser Stelle über das augenblickliche Interesse hinausgehen. Ich komme zum Schluß der Arbeit (S. 173) ausführlicher darauf zurück. Es sei hier nur ausgesprochen, daß mit einer großen, vielleicht überragenden Bedeutung des Planktons für die Selbstreinigung gerechnet werden muß.

b) Das Nekton.

Die allein von den Fischen gebildete Lebensgemeinschaft des Nektons soll hier in keiner andern Weise als Plankton und Benthal behandelt

werden, d. h. nur nach den beiden Gesichtspunkten ihrer Bedeutung als Träger von Anzeichen der Verunreinigungen und ihrer Bedeutung für die Selbstreinigungsvorgänge. Nicht das ist die Frage, was aus den Verunreinigungen für das Leben der Fische (und damit für die Fischerei) folgt, sondern was aus dem Leben der Fische in betreff der Verunreinigungen zu folgern ist. Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Lebensgemeinschaft kommt also hier nicht in Betracht; die Fragestellung ist eine rein „hydrobiologische" (abwasserbiologische), keine „fischereibiologische".

Da die Untersuchung der Lebensverhältnisse der Fische in der Niederelbe in der Hauptsache in das Arbeitsgebiet der fischereibiologischen Abteilung des Zoologischen Museums (unter Leitung von Prof. EHRENBAUM) fällt, habe ich keine Veranlassung gehabt, selbständig planmäßige Studien über die Fischfauna anzustellen. Die folgende Darstellung gründet sich daher teils auf Erfahrungen, die ich auf gemeinsamen Fahrten mit den Fischereibiologen und den Beamten der Fischereidirektion gemacht habe, teils auf Auskünfte von Prof. EHRENBAUM, teils auf das veröffentlicht vorliegende, leider nur dürftige Material.

Als wichtigste wissenschaftliche Veröffentlichung auf diesem Gebiete muß das „Gutachten über die Hamburger Fischgewässer" von SCHIEMENZ aus dem Jahre 1908 gelten. Es gründet sich auf zahlreiche Probefänge und eine damit verbundene Statistik. Untersuchungen derselben Art zur Überwachung des Fischertrages der Niederelbe sind seit jener Zeit fast ununterbrochen von der Fischereidirektion und der fischereibiologischen Abteilung des Zoologischen Museums angestellt worden. Eine Ausarbeitung des dadurch gewonnenen Materials hat bis jetzt nicht stattgefunden, nur wenige Angaben darüber sind durch LÜBBERT bekannt gemacht worden (vgl. BONNE 1912, S. 42 ff). Ich glaube aber nach den Erfahrungen, welche ich als Teilnehmer an solchen Untersuchungsfahrten gesammelt habe, und nach den auf sie bezüglichen Fangprotokollen sagen zu können, daß eine wesentliche Änderung in den Verhältnissen seit den Untersuchungen von SCHIEMENZ nicht eingetreten ist.

Die bei den erwähnten Probefängen ausgeführten statistischen Feststellungen sind ja ohne Zweifel ziemlich unsicher. Ihr Wert, ihre Sicherheit wird aber ganz beträchtlich durch die regelmäßige, Jahre hindurch fortgesetzte Wiederholung gesteigert. Die Schwankungen in den Zahlen müssen, je länger um so deutlicher, erweisen, ob sie nur zufälliger Art sind, oder ob daneben eine Veränderung der Verhältnisse in bestimmter Richtung stattfindet. In jedem Falle ist in diesen Untersuchungen das einzige einigermaßen sichere Material zur Beurteilung des Fischbestandes der Elbe bei Hambung und seiner etwaigen Wandlungen gegeben. Man würde übrigens ohne Zweifel auch für die Fische die quantitativen Untersuchungsmethoden wesentlich vervollkommnen können. Beispielsweise dürfte

ein bei Hamburg sehr gebräuchliches Fischereigerät, das Wurfnetz, wenn nicht unmittelbar, so doch in irgendwelcher zweckmäßigen Umgestaltung geeignet sein, wenigstens für gewisse Fischarten sichere statistische Werte zu liefern. Da das Netz beim Niederfallen sich über eine kreisförmige Fläche von bestimmter Größe ausbreitet, so entspricht es der für alle statistischen Untersuchungen so wichtigen Vorbedingung, daß man bei ihm genau den Bezirk kennt, dem es die gefangenen Lebewesen entnimmt. Auch andere ortsübliche Geräte sind vielleicht für statistische Zwecke verwertbar.

Der Einfluß der Verunreinigungen auf die Fische geht nun in der Hauptsache nach zwei Richtungen. Einerseits wird bei den Selbstreinigungsvorgängen eine Sauerstoffverminderung, unter Umständen auch eine Vergiftung des Wassers eintreten, welche die Fische schädigt und Fischsterben hervorrufen kann. Andererseits wird durch die Düngung des Stromes mit Abwässern eine Anreicherung der Fischnahrung bewirkt, die eine Förderung der Fischvermehrung zur Folge haben muß. Will man demnach die Fische als Anzeiger von Verunreinigungen benutzen, so wird man auf diese beiden entgegengesetzten Anzeichen, Fischsterben und Fischreichtum, Rücksicht nehmen müssen, will man sie aber von wirtschaftlichen Gesichtspunkten aus betrachten, so wird man Schaden und Nutzen, welchen sie durch die Abwässer erleiden, sorgfältig gegeneinander abwägen müssen. Beides ist allerdings nicht leicht.

Die Schädigung der Fische durch den Sauerstoffmangel findet in merklicher Weise nur unter besonders ungünstigen Umständen statt. Bei dauernder Trockenheit und Hitze, zumal wenn Ostwinde herrschen, kommen Fischsterben an dem den Sielwässern besonders ausgesetzten Nordufer unterhalb von Altona vor. Außerdem pflegen die Fischer zur heißen Zeit darüber zu klagen, daß ihnen die Fische in der Bünn sterben, d. h. in dem an seinem Boden durchlöcherten Kasten in der Mitte des Fahrzeugs, in dem die gefangenen Fische bei dauernder Wassererneuerung von unten her gehalten werden. Es ist wiederholt darauf hingewiesen worden, daß das Absterben gefangener Fische nicht nur von der Wasserbeschaffenheit, sondern auch von der Besetzung und Behandlung der Bünne abhängt. SCHIEMENZ sagt (1908, S. 67) darüber: „Es treten zur warmen Sommerzeit in den Hältern, Bünnen und Drebeln der Fischer Fischsterben ein, wenn das Wasser sich sehr stark erwärmt und die Fischer unvernünftigerweise ihre Hälter usw. zu dicht besetzen. Bei meinen Befahrungen der Elbe im Jahre 1906 habe ich mich gewundert über die hohe Temperatur, welche das Elbwasser angenommen hatte, und unter solchen Umständen ist eben für die Fischer auch in gänzlich unverunreinigten Gewässern die äußerste Vorsicht bezüglich der Besetzung der Behälter geboten.“ Die schädliche Wirkung einer „Übersetzung“ der Bünne analysiert VOLK (1908,

S. 63 und 64) im gleichen Hefte der „Zeitschrift für Fischerei". Aber auch ohne solche Übersetzung kann das Absterben vorkommen. Unter den betreffenden Witterungsverhältnissen liegen die Lebensbedingungen der Fische in den Bünnen schon an und für sich an der Grenze des Zureichenden und müssen daher allerdings unzureichend werden, wenn die Fahrzeuge in verunreinigtes Wasser kommen.

Für die Frage der Verunreinigung der Elbe, wenn man sie unabhängig von den Interessen der Fischerei betrachtet, ist das Eintreten von Fischsterben im Freien viel wesentlicher. Eigene Beobachtungen über ein solches, allerdings nur gelegentlicher Art, habe ich Ende Juni 1915 gemacht. Wie allgemein erinnerlich, herrschte im Mai und Juni 1915 jene dauernde Trockenheit und Hitze bei östlichen Winden, welche die Ernte jenes Sommers so ungünstig beeinflußte. Meine damals ausgeführten Untersuchungen über den Bewuchs (vgl. HENTSCHEL 1916 b) führten mich fast täglich an gewisse Teile des Hafens und an den Isebeckkanal. Ich habe auf Grund statistischen Materials für den Isebeckkanal genau darlegen können, wie in einem verunreinigten, kleinen, stehenden Gewässer die Hitze anfangs zu einem üppigen Gedeihen der Organismen, Ende Juni aber zu einem plötzlichen Umsturz der ganzen biologischen Verhältnisse Anlaß gab. Bei den Begehungen des Hafens wurden über ungewöhnliche Erscheinungen Aufzeichnungen gemacht und am 29. Juni das einige Tage vorher bekanntgewordene Fischsterben am Nordufer unterhalb Hamburgs beobachtet. Ich entnehme darüber das Folgende meinem Tagebuche:

10. VI. Oberhafen: Viele kleine Fische an sonnigen Stellen der Wasseroberfläche. (Es waren wohl junge Weißfische. Über Luftschnappen ist nichts bemerkt).

12. VI. Oberhafen: An der Wasseorberfläche zwischen Ponton 15 und Kaimauer schwimmen einige junge Flundern, etwa 3—4 cm lang, luftschnappend, sowie *Gammarus*. Blasen steigen auf.

18. VI. Oberhafen: Das Wasser sieht schlecht aus. Temperatur 19,3°. Es steigen wieder Blasen auf.

21. VI. Oberhafen: Das Wasser sieht gut aus.

27. VI. Oberhafen: Wasseroberfläche schmutzig. (Augenscheinlich hatte ich seit dem 18. VI. keine ungünstigen Anzeichen beobachtet.)

28. VI. Indiahafen: Ziemlich starker, schlechter Geruch (allerdings ein öliger, wohl von Fabrikabwässern herrührender Geruch).

Hansahafen: An der Oberfläche einige kleine Fische und zahlreiche *Neomysis* (letzteres ist eine ganz ungewöhnliche Erscheinung).

29. VI. Unterhalb Hamburgs: Oberhalb vom Parkhotel keine Anzeichen von Fischsterben. — Bei Wittenbergen am Strande tote Fische, meist Flundern und Kaulbarsch, etwa bis 4, selten bis 7 cm lang, eine größere Flunder von 10 cm, ein junger Aal von 7,5 cm,

zwei Quappen, eine Libellenlarve. Lebende kleine Weißfische und Kaulbarsche in Scharen im flachen Wasser unmittelbar am Ufer. Wassertemperatur 19,7°, Sauerstoff in 7 m Tiefe 1 ccm im Liter.

Während der ganzen Zeit war die Lufttemperatur hoch und der Wasserstand sehr niedrig. Im August 1915 soll es noch zu einem zweiten Fischsterben gekommen sein. Im Sommer 1916 scheint dagegen keins stattgefunden zu haben.

Wie man aus den Aufzeichnungen sieht — und anderweitige Beobachtungen stimmen damit zusammen — handelt es sich bei dem Sterben fast ausnahmslos um ganz junge Fische. Die erwachsenen entweichen augenscheinlich aus den gefährdeten Gebieten; sie gehen nach dem Südufer (also in das Gebiet der Sände), in den Köhlbrand und in den oberen Teil des Hafengebiets oberhalb der Elbbrücken, wie das VOLK (1908, S. 64) und BONNE (1912, S. 66 usw., 1915, S. 368) bereits angegeben haben. Das mit der nektonischen Lebensweise verbundene Fluchtvermögen schützt also die größeren Fische vor der Gefahr, während die noch mehr planktonischen Jungfische ihr in den ungünstigen Gebieten mehr oder weniger ausgesetzt bleiben. Über die räumliche Ausdehnung der Fischsterben innerhalb des Verunreinigungsgebietes, ohne deren Kenntnis bei den starken örtlichen Verschiedenheiten der Wasserbeschaffenheit kein sicheres Urteil über ihre Bedeutung möglich ist, liegt leider kein brauchbares Material vor.

Die Frage, ob infolge der Sieleinflüsse der Ertrag der Fischerei in der Niederelbe abgenommen hat, verneinen VOLK (1903, S. 87—91) und SCHIEMENZ (1908, S. 68 ff.) auf Grund eingehender Darlegungen. Auch EHRENBAUM, HOFER und LÜBBERT haben mündlich und schriftlich wiederholt den unverminderten Reichtum an Fischen in diesem Stromgebiet hervorgehoben. BONNE behauptet allerdings in zahlreichen Schriften das Gegenteil.

Nach dem allen können wir, so auffallend auch die Fischsterben sind und soviel darüber geschrieben und gestritten ist, doch nur wenig bestimmte Schlüsse in betreff der Abwasserfragen aus dieser Erscheinung ziehen. Bei dem nur gelegentlichen Charakter der Beobachtungen, die sich nicht systematisch weiterführen lassen, und bei den nur einseitigen, in einem weiten Gebiet verstreuten, von vielen Nebenumständen beeinflußten und daher schwer deutbaren Anzeichen bleibt die Angelegenheit unübersehbar. Immerhin scheinen Umstände, wie die geringe Häufigkeit der Fischsterben, ihre mäßige Ausdehnung, ihre Beschränkung auf die Jungfische und das Ausbleiben dauernder Nachwirkungen zu bestätigen, was so viele andere Beobachtungen beweisen, daß die Verunreinigungen mäßig und örtlich beschränkt sind.

Daß der Fischreichtum der Niederelbe sich auf den Reichtum an niederen Tieren gründet, und daß dieser wiederum zu einem erheblichen

Teile auf die Düngung des Stromes durch Abwässer zurückzuführen ist, kann wohl keinem Zweifel unterliegen. VOLK hat dies wiederholt (z. B. 1906, S. 43, 1910, S. 6) auseinandergesetzt und zumal auf die Wichtigkeit der Planktonkruster für die Jungfische aufmerksam gemacht. Besonders überzeugend von diesem Sachverhalt sind ferner die Magenuntersuchungen, welche SCHIEMENZ (a. a. O. S. 81ff.) angestellt hat, und aus denen er beweist, daß die Fische sich im Hafengebiet (im Gegensatz zum Alsterbecken) ganz vorwiegend von den für die Selbstreinigung bedeutsamsten Bodentieren, besonders Tubificiden und Sphaeriiden, ernähren. Aus meinen späteren Darlegungen über die Bodenfauna wird sich ergeben, in welchen Massen diese Tiere vorkommen, welche gewaltige Mengen von Fischnahrung also die verunreinigte Elbe hervorbringt. Eine wertvolle Beobachtung zu dieser Frage verdanke ich schließlich Prof. EHRENBAUM, der mir sagte, daß nach seinen Erfahrungen der Ernährungszustand der Fische im Hamburger Gebiet ein beträchtlich besserer ist, als weiter stromaufwärts und weiter stromabwärts.

Zusammenfassend läßt sich unter den Gesichtspunkten der vorliegenden Arbeit also sagen, daß die Fische zwar wegen ihrer geringen Ortsbeständigkeit und der Schwierigkeit ihrer statistischen Beobachtung im ganzen wenig für die Beurteilung des Wassers geeignet sind, daß sie aber außergewöhnlich ungünstige Verhältnisse, wie sie zeitweise eintreten, durch Atmungsbeschwerden und Massensterben in augenfälliger Weise anzeigen. Ferner ist ihre Beziehung zu den Selbstreinigungsvorgängen deutlicher als bei den meisten anderen Organismen, deren Ernährung sich weniger gut untersuchen läßt. Weder für die Annahme starker Verschmutzung noch für die eines Rückgangs des Fischbestandes unter dem Einfluß der Abwässer gibt die Beobachtung der Fische wissenschaftliche Anhaltspunkte, wohl aber für die einer sehr bedeutenden Selbstreinigungsarbeit des Stromes.

c) Der Bewuchs.

Unter dem Bewuchs verstehe ich die festzitzenden Organismen, sowohl Tiere wie Pflanzen, welche überall auf den festen Gegenständen unter Wasser angesiedelt sind. Ich werde jedoch bei seiner Besprechung diejenigen frei beweglichen Tiere, welche regelmäßig zwischen den festsitzenden leben, mit behandeln, da sie unzweifelhaft als mit zu dieser Lebensgemeinschaft gehörig betrachtet werden müssen und vielfach Anpassungen an die Lebensweise in solcher Umgebung zeigen.

Das Verhältnis des Bewuchses zu seinem Substrat ist ein wesentlich anderes, als das des Benthals des weichen Bodens zu dem seinigen. Die Bodentiere finden Schutz und Nahrung im und am Boden und bedürfen keiner besonderen Befestigungsorgane. Der Bewuchs dagegen empfängt

von seinem Substrat nichts als die Grundlage für die Befestigung, für die immer besondere Organe bei den betreffenden Organismen vorhanden sein müssen. Die biologische Beziehung zu der Unterlage ist also bei ihnen eine festere, bei den Tieren und Pflanzen des losen Grundes aber eine viel innigere.

Auch in bezug auf das Verhältnis zum Wasser sind die beiden Lebensgemeinschaften verschiedenartig. Es wird unten (S. 107) gezeigt werden, daß der Vorgang der Sedimentierung mehr als irgend etwas anderes das Leben auf dem Grunde des Stromes beherrscht. Das ist möglich, weil die von den betreffenden Tieren bewohnten Flächen im wesentlichen senkrecht zur Richtung der Schwerkraft stehen, im Gegensatz zu den dem Bewuchs als Substrat dienenden Flächen, welche vielfach, zumal im Hafengebiet, genau in der Richtung der Schwerkraft verlaufen. Der Bewuchs fängt natürlich einen Teil des Detritus aus dem ihn durchströmenden Wasser heraus, aber es kann im allgemeinen in ihm keine Anhäufung von Detritusmassen stattfinden, wie sie auf dem Grunde geschieht. Man wird vielleicht nicht allzusehr schematisieren, wenn man sagt, das Leben des Bewuchses ist eine unmittelbare Reaktion auf die Beschaffenheit des Wassers selbst, das der Bodenfauna eine Reaktion auf den Niederschlag an geformten Stoffen aus dem Wasser. Jedenfalls geben diese beiden benthonischen Lebensgemeinschaften über ganz verschiedene Eigenschaften des Wassers, das ihnen als Medium des Lebens dient, Auskunft.

Auf Grund dieser besonderen Lebensverhältnisse hat der Bewuchs auch zu den Verunreinigungen seine eigenartigen Beziehungen. Obwohl er in bezug auf die Massenentfaltungen des organischen Lebens im Strom wohl an letzter Stelle steht, tritt er als Träger von Anzeichen der Verunreinigungen stark in den Vordergrund, ja man darf vielleicht sagen, an die erste Stelle. Insofern besteht ein ausgesprochener Gegensatz zum Plankton, das bei seiner großen Bedeutung im Gesamtleben der Elbe doch nur eine ganz geringe Bedeutung für den Nachweis von Verunreinigungen hat.

Infolge dieser Erkenntnis von der großen Bedeutung des Bewuchses wurde ihm in den letzten Jahren ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Vor allem wurde auch versucht, die Methoden zu seiner Untersuchung zu vervollkommnen und auch hier, wie beim Plankton, in gewissem Sinne auch beim Nekton (den Fischen), und wie weiterhin bei der Lebewelt des Grundes und des Schorregebietes, von den qualitativen Methoden zu quantitativen überzugehen. Dies ist in befriedigender Weise gelungen. Man pflegt, um Proben des Bewuchses zu bekommen, soweit sie sich nicht in der Nähe der Oberfläche mit der Hand abnehmen lassen, einen sogenannten „Kratzer“ zu benutzen, ein kleines, etwa 10—20 cm weites, engmaschiges,

kätscherartiges Netz, mit gerader, scharfer Vorderkante, welche geeignet ist, den Bewuchs von seiner Unterlage abzukratzen, sofern diese einigermaßen glatt ist. Quantitative Untersuchung ist dabei nicht gut möglich. Auch in der Nähe der Oberfläche hat es sehr große Schwierigkeiten, bestimmt umgrenzte Flächen abzukratzen, um so bestimmte Mengen des Bewuchses zu gewinnen. Nur an Bojen und runden, schwimmenden Schutzpfählen, wie sie bei den Pontons häufig an Ketten liegen, ist mir das bisweilen gelungen, weil man da eine bewachsene Fläche an die Oberfläche, aus dem Wasser herausdrehen kann. An denjenigen Teilen bewachsener Flächen, welche bei Ebbe trocken fallen, ist eine quantitative Probenentnahme natürlich ausführbar, sie wurde aber nur einige wenige Male versucht, da die Untersuchung dieser Flächen bisher kein hervorragendes Interesse hatte.

Zur quantitativen Untersuchung des Bewuchses in der Tiefe wurden Schieferplatten und Objektträger ausgehängt, die sich allmählich mit einem Bewuchs überzogen und dann wieder eingeholt werden konnten. Ich habe über solche Versuche (1916a, S. 77, und 1916b, S. 7 ff., Taf. 2) ausführlich berichtet. Neuerdings habe ich gebrauchte photographische Platten, deren Gelatineschicht entfernt worden war, von der Größe 9 × 12 cm verwendet. Sie wurden am Oberrande der einen (Vorder-) Seite numeriert und an einem durch ein Bleigewicht beschwerten Strick derart befestigt, daß der Strick der Rückseite der Platte anlag und durch je eine von oben und unten die Platte übergreifende Drahtklammer mit ihm in Verbindung gehalten wurde. Zum Studium der Verhältnisse an der Wasseroberfläche und oberhalb der Niedrigwassergrenze habe ich Zelluloidplättchen von Objektträgergröße benutzt, die aus gebrauchten photographischen Films geschnitten wurden. Sie wurden mit Reißzwecken in der bei Ebbe trocken fallenden Zone an Holz befestigt, oder an Pontons in der Wasserlinie angebracht, oder mit kurzen Bindfäden an den Pontons derart angebunden, daß sie ganz nach Art der Algenzotten in fast unablässiger Bewegung in der Nähe der Wasseroberfläche pendeln. Der Bewuchs auf ihnen läßt sich quantitativ untersuchen.

Unterhalb von Neumühlen bereiteten der Mangel an Aufhängegelegenheiten und andere Umstände der Untersuchung die größten Schwierigkeiten. Ein beschränkter Erfolg wurde auch hier mit an den Pontons hängenden Glasplatten erzielt. Ferner habe ich einen quantitativ verwertbaren Bewuchs auf Objektträgern erhalten, die im Innern von nahe dem Ufer verankerten „Lochsteinen“ angebracht waren, d. h. von Steinen von der Form eines gewöhnlichen Ziegelsteins, die durch zwei Längsröhren von quadratischem Querschnitt und etwa 4,5 cm Weite ausgehöhlt sind. Der Erfolg dieser Versuche wurde allerdings durch Sturm, Hochfluten, Eisgang und fremde Eingriffe gestört, sie gaben aber doch einige brauch-

bare Aufschlüsse. Einige andere Versuche hatten nur Mißerfolge, und das Gesamtergebnis für diese Strecke ist daher noch wenig befriedigend.

Der Bewuchs hat verschiedene Bezirke, die zwar sehr verschiedene Ausdehnung haben, von denen aber jeder für die hier zu behandelnden Fragen die gleiche Aufmerksamkeit verdient. Das Gebiet unterhalb der Niedrigwassergrenze ist naturgemäß sein Hauptbezirk. Oberhalb davon, bis zur Hochwassergrenze, im sogenannten Schorregebiet, ist eine andere Bewuchszone gegeben, in der sich noch wieder recht gut zwei Unterzonen unterscheiden lassen. Diese Zone liegt bei Niedrigwasser frei und ist an Pfählen und Mauern unmittelbar zu beobachten. Ein dritter Bewuchsbezirk wird an den Landungsbrücken und anderen schwimmenden Bauwerken an der, bei ihnen ja gleichbleibenden, Grenze des Wasserstandes erzeugt. Ein schmaler Streifen einer eigenartigen Lebensgemeinschaft umkränzt den Ponton, während gleich darunter im wesentlichen derselbe Bewuchs lebt, wie an feststehenden Bauten unterhalb der Niedrigwassergrenze. Wiederum etwas anders, wennschon in mancher Beziehung ähnlich, ist der Bewuchs an dem vom Strome fortdauernd hin und her gedrehten und fast stets heftiger Wasserbewegung ausgesetzten Bojen, sowie an den Schiffskörpern.

Ich spreche zunächst von dem Hauptgebiet unterhalb der Niedrigwassergrenze, wie es durch die aufgehängten Platten gekennzeichnet wird. Meine Arbeit (1916b) „Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen“ hat diesen Lebensbezirk einigermaßen vollständig für das Hafengebiet, jedoch unter vorwiegend rein wissenschaftlichen Gesichtspunkten, zur Darstellung gebracht. Aus ihr soll hier das herausgenommen werden, was für die Fragen der Verunreinigung von Bedeutung ist, ergänzt durch Beobachtungsmaterial aus Gebietsteilen, welche damals nicht oder wenig mit untersucht worden waren.

Dabei wird zunächst in der Hauptsache von den Protisten, den einzelligen Tieren und Pflanzen, die Rede sein. Höhere Pflanzen kommen in dem Hauptgebiete des Bewuchses so gut wie gar nicht vor, von höheren Tieren spielen nur die Schwämme, der Hydroidpolyp *Cordylophora* und die Muschel *Dreissena* eine wesentliche Rolle als Erzeuger charakteristischer Bestände. Die beiden letzteren werden später unter den Leitorganismen eine besondere Behandlung erfahren. Für den Anfang des Sommers ist auch der Laich der Schnecken als stellenweise wesentlicher Bestandteil des Bewuchses mitzunennen.

Im Protistenbewuchs sind von Pflanzen als wichtig nur die in Gestalt verzweigter oder unverzweigter Fäden wachsenden Eisenbakterien, daneben die einfach fadenförmigen Schwefelbakterien und andere Pilze zu nennen. Mehrere von ihnen werden als wichtige Abwasserorganismen wieder unter

den Leitformen eine selbständige Behandlung erfahren. Von Protozoen kommen hauptsächlich Vorticelliden (Glockentierchen) und Suctorien (Sauginfusorien) in Betracht, jedoch auch einzelne aus anderen Gruppen.

Über den Protistenbewuchs als Ganzes darf man wohl sagen, daß er ein außerordentlich reicher ist. Allerdings kann dem Zahlenmaterial, welches in der genannten Arbeit niedergelegt wurde, bis jetzt von keinem anderen Gewässer etwas Ähnliches gegenübergestellt werden. Aber schon die allgemeinen Erfahrungen über die Üppigkeit des Protistenlebens in verschiedenen Gewässern lassen erkennen, daß die Fauna und Flora der Einzelligen hier eine reiche ist. Demnach müssen die Ernährungsbedingungen, ganz im allgemeinen gesprochen, günstige sein. Wie weit dieser Reichtum auf günstige Lebensbedingungen in der Niederelbe überhaupt, wie weit auf besondere, Anreicherung bewirkende Umstände im Hafengebiet zurückzuführen ist, läßt sich gegenwärtig schwer entscheiden, da, wie erwähnt, technische Schwierigkeiten eine Ausdehnung der Versuche auf außerhamburgisches Gebiet sehr hinderten. Daß aber eine bedeutende Anreicherung im Gebiete stärkster Verunreinigung bei St. Pauli und Altona stattfindet, wurde sicher nachgewiesen.

Etwas mehr läßt sich über das Verhältnis der Bewuchsfauna und -flora im Hamburger Gebiet zur Normalfauna und -flora der Elbe in bezug auf ihre Zusammensetzung angeben. Soweit die in der genannten Arbeit behandelten Plattenbewüchse reichen, kann man sagen, daß alle festsitzenden Protistenarten, welche nicht überhaupt selten waren, auch an allen Untersuchungsstationen nachgewiesen werden konnten. Die Zusammensetzung nach den Arten ist also dieselbe an allen Stationen und dieselbe auch oberhalb und unterhalb von Hamburg. Auf das stark verschmutzte Altonaer Gebiet wurden die damaligen Plattenversuche jedoch nur in beschränktem Maßstabe ausgedehnt, daher kann nicht behauptet werden, daß auch dort alle Arten der Oberelbe vorkommen können. Da manche höheren Tiere (*Cordylophora*, *Dreissena*) im Verunreinigungsgebiet Lücken ihrer Verbreitung haben, ist ein derartiger Ausfall auch bei Protisten möglich. Allerdings verhält es sich mit ihnen in bezug auf die Frage des „Vorkommens" wesentlich anders, als mit den höheren Tieren (Metazoen). Wenn z. B. die festsitzende Muschel *Dreissena* an einer gewissen Stelle an einem Tage des Jahres derartig ungünstige Lebensbedingungen findet, daß sie den Tag nicht überdauern kann, so wird sie an dieser Stelle fehlen bis zur nächsten Fortpflanzungsperiode, wo eine Neubesiedelung durch herbeigeschwemmte Larven stattfindet. Das kann nahezu ein Jahr lang dauern. Wenn dagegen eine Vorticellide an einem Tage des Jahres dort zugrunde gehen muß, so kann sie am nächsten wieder da sein, weil durch fortwährende Fortpflanzung und Aussendung von Keimen unablässig alle festen Gegenstände

neu besiedelt werden. Es kommt noch hinzu, daß selbst an Stellen mit sehr ungünstigen Lebensbedingungen diese oft in der unmittelbaren Nähe der Oberfläche wesentlich besser werden, so daß dort Arten leben können, die tiefer vielleicht nicht mehr gedeihen. Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Protistenart an einer Stelle niemals während des ganzen Jahres gefunden wird, ist demnach sehr gering. Der Protistenbewuchs ist also — ganz kleine Gebietsteile vielleicht ausgenommen — in bezug auf seine Zusammensetzung den Arten nach unzweifelhaft normal.

Stellt man übrigens diese Frage nach dem normalen oder nicht normalen Charakter für die Gesamtheit der Lebewesen im Hafengebiet, so ist, aus den eben erörterten Gründen, der Untersuchung der Metazoenfauna, besonders auch derjenigen des Grundes, ein viel höherer Wert beizulegen, als der dieser Protistenfauna und -flora. Es muß, worauf schon die Besprechung des Planktons hindeutete, als einer der wichtigsten Grundsätze der biologischen Abwasseruntersuchung gelten, daß die Tatsache des Vorkommens oder Nichtvorkommens der verschiedenen Organismen je nach ihrer Lebensdauer und Fortpflanzungsgeschwindigkeit (ihrem „Vermehrungsfuß") eine ganz verschiedene Bedeutung hat.

Großer Wert ist also auf das bloße Vorkommen aller Protistenarten des für die Elbe normalen Bewuchses auch in den am stärksten verunreinigten Gebieten des Hafens nicht zu legen. Wesentlich wichtiger ist die Frage, ob in der Zusammensetzung nach den Individuenzahlen der Bewuchs normal ist. Das ist nun durchaus nicht der Fall. Und auf diesem Umstande beruht der hohe Wert des Protistenbewuchses für die Beurteilung der Verunreinigungen. An der Hand der darauf bezüglichen Zahlen kann man die Veränderung des normalen Charakters von Ort zu Ort im Hafengebiet verfolgen. Da die Frage der Wasserbewegung hierbei keine so wichtige Rolle spielt wie bei der Grundfauna, tritt der örtliche Unterschied des Einflusses von Abwässern deutlich hervor. Dies soll im folgenden genauer untersucht werden (vgl. Fig. 2).

Die genannte Arbeit (HENTSCHEL 1916 b) enthält auf Seite 115 eine Tabelle, welche die örtlichen Unterschiede des Bewuchses in ihren charakteristischsten Anzeichen zur Darstellung bringen soll. Ich lege sie auch hier in etwas veränderter Form zugrunde. Die Tabelle (S. 68) gibt teils für die Hauptgruppen der Organismen, teils für besonders charakteristische Arten an, wieviel Individuen an den verschiedenen Stationen im Sommermittel (Durchschnitt der Monate Juni bis August) innerhalb sieben Tagen auf einer Fläche von 100 qcm gewachsen waren. Für die Station St. Pauli, d. h. diejenige, welche in unmittelbarer Nähe der Sielmündungen liegt, sind die Zählungen durch bloße Schätzungen ersetzt. Dazu zwang

Tabelle über die Sommermittel des Bewuchses innerhalb sieben Tagen an sieben Hauptstationen des Hafens für 1915, berechnet auf 100 qcm.

Sommermittel 1915 auf 100 qcm	Oberhafen	Rothenburgsort	Strandquai	St. Pauli	Grasbrookhafen	Hansahafen	Indiahafen
Bewegung des Wassers	mäßiger Strom	starker Strom	starker Strom	ziemlich starker Strom	kein Strom	mäßiger Strom	kein Strom
Verunreinigung des Wassers	mäßig verunreinigt	ziemlich rein	wechselnd	stark verunreinigt	(Boden stark verunreinigt)	wenig verunreinigt	(Boden stark verunreinigt)
Protozoen	335 259	111 441	736 867	·	162 683	78 776	59 667
Suctorien	9 354	57 460	52 641	s.	28 376	61 483	26 632
Suctorien, % der Protozoen	4,3	55,8	6,7	·	26,7	75,3	46,4
Epistylis spec. a.	161 855	39 659	464 273	s. h.	103 299	5 434	4 671
Carchesium polypinum	10 437	25	541	(s.)	10 618	160	10 875
Zoothamnium spec. b.	15 001	4 222	120 407	v.	233	139	472
Stentor	1 210	65	46	s.	3 408	142	273
Trichophrya	75	444	165	(—)	1 984	2 316	87
Cordylophora	v.	s. h.	s. h.	—	(—)	s. h.	—
Cladothrix	1 163	(100?)	1 411	3 625	489	—	1 053
Clonothrix	1 069	1 542	1 019	1	2 149	1 348	204
Sonstiges	Spongien s. h.	Dreissena h. Codonosiga h.		Spongien s. h. Plumatella h.	Codonosiga h.	Anthophysa n. s.	Plumatella h.

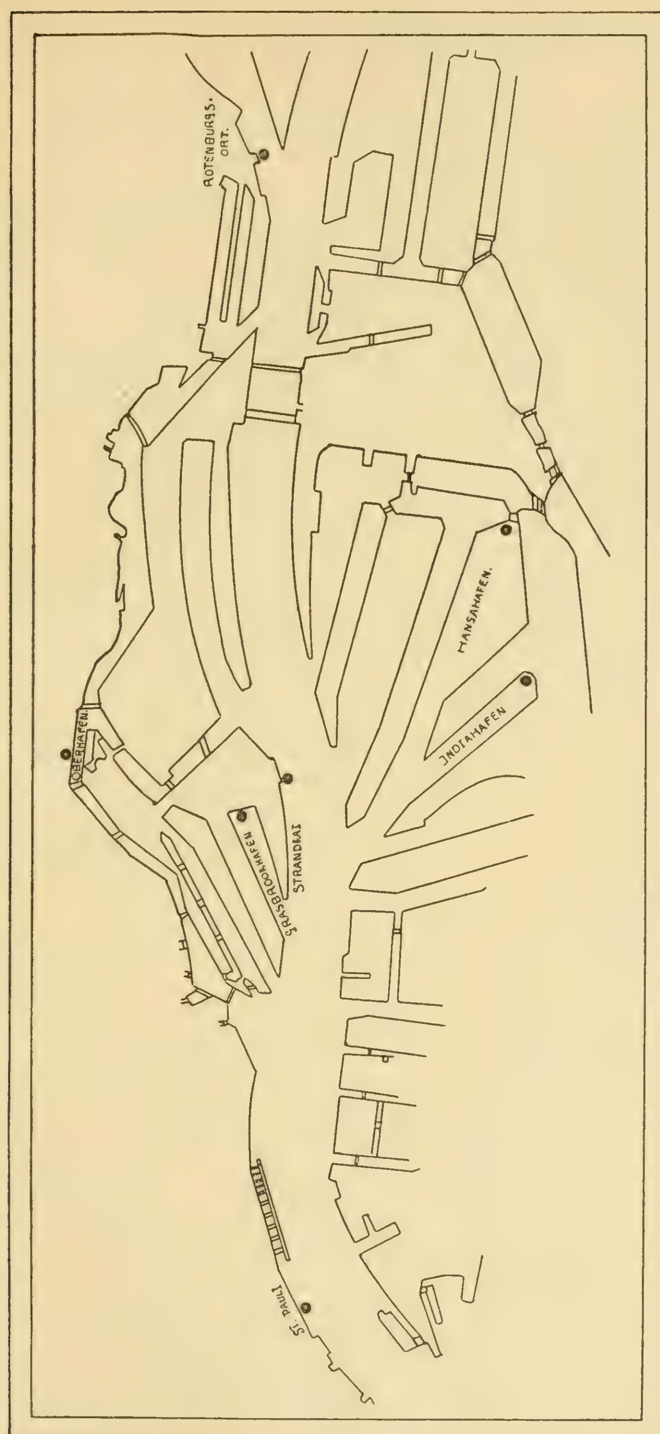


Fig. 2.
Kartenskizze der oberen Teile des Hamburger Hafens mit den Stationen der Bewuchsuntersuchungen von 1914/15 (nach HENTSCHEL, 1916b).

der starke Bewuchs mit *Epistylis spec. a.* und *Cladothrix,* der sich hier innerhalb einer Woche meist bereits derart entwickelte, daß er Zählungen so gut wie unmöglich machte. Trotz dieser verhältnismäßig ungenauen Kenntnis der Station St. Pauli muß sie für den gegenwärtigen Zweck besonders beachtet werden, weil nur bei ihr die Tatsache stärkerer Verschmutzung unzweifelhaft ist. An ihr erkennt man zunächst, wie die Organismen sich gegen die Verunreinigungen verhalten. Man kann dort feststellen, wie die Verunreinigung als Ursache mit den Lebenserscheinungen als Wirkung zusammenhängt, um dann an den anderen Stationen von den dort beobachteten biologischen Wirkungen auf die Ursachen zurückzuschließen. Diese Schlußweise wird unterstützt einerseits dadurch, daß aus der Literatur vieles über das Verhalten der in Betracht kommenden Organismen zu den Abwässern bekannt ist, andererseits dadurch, daß die drei Stationen St. Pauli, Strandquai und Rothenburgsort eine Reihe mit im ganzen ähnlichen Existenzbedingungen, aber unzweifelhaft stufenweise abnehmender Abwasserwirkung bilden.

Ich habe die Station St. Pauli (a. a. O. S. 111) folgendermaßen charakterisiert: „Die Station ist sehr scharf gekennzeichnet durch den außerordentlichen Reichtum an *Cladothrix,* das fast vollständige Fehlen von Suctorien, von *Crenothrix* und *Clonothrix. Cordylophora* fehlt. Spongien und *Plumatella fungosa* sind am Holzwerk sehr häufig, sie fanden sich aber nicht auf den Platten. *Gammarus* kommt vor, zumal im Winter. Im Sommer, wo *Cladothrix* etwas zurücktritt, sind die Platten reich an *Epiytslis*bewuchs. Die übrigen Protozoen treten dagegen, im Unterschied von allen anderen Stationen, nur sehr schwach auf."

Wenn man St. Pauli mit den beiden anderen unmittelbar am Strom gelegenen Stationen, Strandquai und Rothenburgsort, vergleicht, so treten charakteristische Unterschiede deutlich hervor, die zu dem Einfluß der Abwässer in Beziehung stehen dürften. In der Gesamtzahl der Protozoen übertrifft der Strandquai bei weitem alle anderen Stationen. Es liegt das hauptsächlich an den beiden Arten *Epistylis spec. a.* und *Zoothamnium spec. b.,* zwei Arten von Vorticelliden, die eine ausgeprägte Beziehung irgendwelcher Art zu den Verunreinigungen nicht erkennen lassen. In irgendeiner Weise müssen die Verhältnisse hier besonders günstig sein, und vielleicht ist das infolge eines regelmäßigen Wechsels der Wasserbeschaffenheit der Fall. Nach der Lage der Station muß man annehmen, daß mit jeder Flut ein kräftiger, nahrstoffreicher Abwasserstrom, mit der späteren Ebbe aber ein reiner, sauerstoffreicher Oberwasserstrom die Platte bespülte. Es scheint, daß auch in anderen Fällen, z. B. bei manchen Fischen und bei manchen Organismen des Schorregebiets, der Wechsel zwischen günstigen Ernährungsbedingungen und günstigen Atmungsbedingungen besonders förderlich ist. Allerdings

ist dies in allen drei Fällen nur eine hypothetische Annahme. Die Zahlen würden also, wenn diese Annahme richtig ist, aus dem Gesichtspunkte zu deuten sein, daß am Strandquai ein regelmäßiger Wechsel zwischen den beiden Wasserzuständen stattfände, von denen der eine bei St. Pauli, der andere bei Rothenburgsort der herrschende ist. (Vgl. auch Indiahafen, S. 74.)

Vergleicht man die Stromstationen in bezug auf ihren Reichtum an Suctorien, so tritt ein scharfer Gegensatz zwischen den beiden oberen Stationen einer- und St. Pauli andererseits hervor. St. Pauli ist sehr arm. Untersucht man nun aber in der nächsten Spalte die prozentuale Beteiligung der Suctorien am Protozoenbewuchs, so zeigt sich, daß die 53000 Suctorien am Strandquai nur einen sehr kleinen Teil eines in allen seinen Bestandteilen reichen Protozoenbewuchses darstellten, daß dagegen die 57000 bei Rothenburgsort mehr als die Hälfte aller dort lebenden Protozoen ausmachten, also die Vorherrschaft führten. Diese Zahlen werden besonders durch eine Art, *Metacineta mystacina*, bestimmt, welche stark vorherrscht. Wie ich seinerzeit (1916b, S. 68) hervorgehoben habe, zeigt sie eine entschiedene Bevorzugung verhältnismäßig reinen Wassers. Allerdings sind ihre ökologischen Beziehungen zu den Verunreinigungen, wie es scheint, nicht einfach genug, daß man es wagen könnte, sie geradezu als „Leitform“ für Reinwasser zu betrachten, aber eine gewisse Bedeutung für die Beurteilung der Verunreinigungen wird ihr nicht abzusprechen sein, und diese Bedeutung kommt im Vergleich der drei genannten Stationen augenscheinlich zur Geltung.

Unter den fünf Protozoenarten, welche die Tabelle weiterhin besonders anführt, ist die erste, *Epistylis spec. a.* nur deswegen aufgeführt, weil sie die häufigste unter allen ist. Man erkennt, wenn man die Reihe ihrer Werte mit der der Gesamtprotozoen-Werte vergleicht, deutlich, daß diese durch jene beherrscht werden. Gegen Verunreinigungen erscheint sie ziemlich indifferent.

In bezug auf *Carchesium polypinum* möchte ich annehmen, daß sie, obwohl „selten“ bei St. Pauli, doch noch reichlicher dort vorkam als am Strandquai. Die drei Stationen für sich allein geben kein recht klares Bild von dem Verhalten der Art. Da aber der Vergleich mit den anderen Stationen auf eine „Vorliebe für ruhiges und etwas verunreinigtes Wasser“ (l. c. S. 116) hindeutet, und da sie ferner bei Altona an der Oberfläche häufig ist, so ist anzunehmen, daß teils die Kraft der Strömung, teils die Reinheit des Wassers, teils die Konkurrenz mit der vorigen Art an den drei Stromstationen ihr stärkeres Aufkommen hindert. (Vgl. auch über *Carchesium lachmanni* unten S. 150.)

Zoothamnium spec. b. hat keine deutlichen Beziehungen zu den Verunreinigungen, ist aber als ein Hauptbestandteil der Bewüchse hier mit aufgeführt.

Bei *Stentor* scheint es sich ähnlich wie bei *Carchesium polypinum* zu verhalten; die Gattung tritt im bewegten Wasser gewöhnlich zurück, wohl weil sie leicht abgerissen wird, und kommt daher an den drei Stromstationen trotz einer gewissen Vorliebe für Verunreinigungen nicht zur Geltung.

Für die Suctoriengattung *Trichophrya* scheint der Vergleich der drei Stromstationen zu zeigen, daß die Entwicklung der Gattung unter dem Einfluß von Verunreinigungen leidet. Doch wird dies Ergebnis durch die Befunde an anderen Stellen (Isebeckkanal, Reiherstieg) sehr in Zweifel gestellt. Übrigens sind ihre Zahlen an allen drei Stationen nicht hoch. Ein Vergleich mit den übrigen Stationen läßt ziemlich deutlich erkennen, daß sie mehr im ruhigen Wasser heimisch ist.

Cordylophora wird als Leitorganismus weiter unten (S. 157) besonders besprochen. Ihr vollständiges Fehlen bei St. Pauli ist höchst bezeichnend für sie als Reinwasserorganismus.

Bei *Cladothrix* ist die Sachlage gerade umgekehrt wie bei *Cordylophora* und deswegen auch sehr bemerkenswert. Es konnte hier, da die Höhen der Stöckchen in die Tabelle eingesetzt wurden, auch für St. Pauli eine Zahl gegeben werden, und zwar eine außerordentlich hohe und damit sehr charakteristische (vgl. auch unten S. 77ff).

Clonothrix verhält sich an den drei Stationen wie *Cordylophora*.

Aus der letzten Spalte ist hervorzuheben, daß *Dreissena*, ein sehr empfindlicher Reinwasserorganismus, unter allen Stationen nur bei Rothenburgsort gefunden wurde.

Diese Übersicht wird davon überzeugt haben, daß der Bewuchs in vielen seiner Bestandteile tatsächlich den Einfluß der Verunreinigung durch Abwässer auf den Strom zu erkennbarem Ausdruck bringt. Man darf allerdings die Sicherheit dieses Ergebnisses nicht überschätzen. Zukünftige Untersuchungen werden wahrscheinlich die Beurteilung mancher Arten verändern und zeigen, daß ihr Verhalten nicht auf so einfache Formeln zu bringen ist. Naturgemäß wirken andere Faktoren überall mit und verdecken mehr oder weniger die Wirkungen des einen Faktors, auf den bei der gegenwärtigen Untersuchung die Aufmerksamkeit allein gerichtet ist. Vor allem ist es Bewegung und Ruhe des Wassers, was unzweifelhaft wesentlich eingreift. Die Verhältnisse in den geschlossenen Hafenbecken, wie Indiahafen und Grasbrookhafen, lassen sich in bezug auf den Verunreinigungsgrad keineswegs ohne weiteres mit denen der drei Stromstationen vergleichen. Gewisse Organismen scheinen stärker auf die Wasserbewegung als auf die Verunreinigungen zu reagieren. So macht *Zoothamnium spec. b.* den Eindruck, als ob es nur in bewegtem Wasser gut gediehe, wie wenigstens ein Vergleich der drei ersten Stationen der Tabelle mit den drei letzten es wahrscheinlich macht. Mehr oder weniger entgegengesetzt scheint sich *Stentor* zu verhalten.

Wie später ausführlicher besprochen werden soll, äußert sich die Verunreinigung der Hafenbecken besonders in einer Verschlammung des Grundes, auf der sich ein reiches Tierleben aufbauen kann. Die Durchtränkung des Wassers selbst mit Abwässern ist dagegen in diesen Becken, zumal an blind geschlossenen Enden, gering, da der Wasserwechsel nur sehr träge vonstatten gehen kann. Das Wasser wird hier vielleicht mehr durch eine vom Schlamm ausgehende Sauerstoffzehrung und Gasentwicklung, als durch Beimengung fein verteilter oder gelöster organischer Stoffe verschlechtert. Man wird also unterscheiden müssen: „einerseits eine Verunreinigung durch Mischung mit anderen Flüssigkeiten (Abwässern), andererseits eine solche durch chemische Veränderungen, welche besonders in stehenden Gewässern durch Zersetzung von auf dem Boden lagerndem Schlamm bewirkt werden". (HENTSCHEL 1916b, S. 121.) Wenn die Zersetzungsvorgänge nicht sehr intensiv sind, so braucht die „Verunreinigung" in den oberen Wasserschichten keine bedeutende zu sein, selbst wenn sie am Grunde sehr stark ist. Da ferner für die Entwicklung des Bewuchses in den Hafenbecken örtliche Verunreinigungen von Schiffen und Ufern aus, sowie der nährende Einfluß des reichen Planktons in Betracht kommen, sind die Verhältnisse dort sehr schwer zu beurteilen. Jedenfalls aber sind sie ganz anderer Art als im offenen Strome.

Auf Grund meiner Untersuchungen, deren Ergebnisse auch für diese Frage in der obigen Tabelle einigermaßen zum Ausdruck kommen, läßt sich von den übrigen vier Stationen, an denen der Plattenbewuchs statistisch festgestellt wurde, etwa folgendes sagen (vgl. a. a. O. S. 108 ff.):

Oberhafen (Hauptstation der ganzen Untersuchung). Der Protozoenbewuchs ist hier im ganzen reich, doch treten Suctorien stark zurück. Reich ist auch der Bewuchs an Eisenbakterien. In bezug auf *Cladothrix* steht der Hafen an dritter Stelle (hinter St. Pauli und Indiahafen). *Cordylophora* gedeiht nur ganz schwach. Für den Frühsommerbewuchs ist der gewaltige Reichtum der Station an Schneckenlaich charakteristisch. Die Pontons, an denen die Platten hingen, dienen hauptsächlich zum Anlegen der Schuten, welche in großer Zahl Gemüse, Früchte und Blumen auf den unmittelbar an den Oberhafen stoßenden Gemüsemarkt (Deichtormarkt) bringen. Der Verkehr ist an Markttagen ein außerordentlich lebhafter, und er bringt es mit sich, daß pflanzliche Abfälle aller Art in Menge ins Wasser kommen und teils schwimmend, teils den Boden bedeckend das hier meist nur mäßig bewegte und zeitweise stagnierende Wasser verunreinigen. Auf diesen Umstand dürfte das ungewöhnlich massenhafte Vorkommen von Schnecken längs des Nordufers zurückzuführen sein, das meines Wissens im ganzen Hafengebiet nicht seinesgleichen hat. Wir haben es also an dieser Station, wie es scheint, in erster Linie mit einer örtlichen Verunreinigung durch Pflanzenabfälle zu tun. Die

Zufuhr von Abwässern von den Sielen her kann bei der Entfernung von diesen und der nur geringen Strömung keine sehr bedeutende sein.

Grasbrookhafen. Die Platte hing am innersten Ende des Hafens, wie das auch bei dem India- und Hansahafen der Fall war. Der Boden des Hafens ist stark schlammig verunreinigt. „Die Station zeigt für die meisten Organismen und Organismengruppen mittlere Werte, so für die Protozoenzahlen, für die relative Menge der Suctorien, für die Eisenbakterien. *Cladothrix* findet sich ziemlich wenig,“ was mit dem Mangel an Wasserbewegung, der das Gedeihen dieses Pilzes meist behindert, zusammenhängen mag. „An erster Stelle steht der Grasbrookhafen in bezug auf *Stentor* und *Clonothrix*.“ Das mag eine Folge der Vorliebe dieser Organismen für stilles Wasser sein. Der Hafen, der in der Bodenfauna als stark verunreinigt gekennzeichnet ist, erweist sich also in bezug auf die Lebensbedingungen des Bewuchses als günstiger.

Hansahafen. „Die Station ähnelt in ihren biologischen Verhältnissen vielfach der bei Rothenburgsort. Der Reichtum an Suctorien, sowohl in der absoluten wie in der relativen Zahl, der Reichtum an *Cordylophora*, die minimalen Werte von *Cladothrix* sind beiden gemeinsam.“ *Gammarus* dürfte an dieser Station noch reicher vertreten sein als bei Rothenburgsort und ebenso reich wie am Strandquai, der ja auch in vieler Beziehung beiden ähnlich ist, z. B. in dem dichten *Cordylophora*bewuchs der Schieferplatten. Die übrigen Eisenbakterien, besonders *Crenothrix* und *Clonothrix*, sind hier reicher als bei Rothenburgsort. Die unverkennbare Ähnlichkeit des Bewuchses mit dem an den beiden oberen Stromstationen liegt wohl an der ähnlichen Lage in bezug auf die Abwasserquellen und einer regelmäßigen Durchströmung mit reinem Oberwasser. Andererseits sind Merkmale stilleren Wassers vorhanden.

Indiahafen. Er „nähert sich am meisten von allen Stationen dem einen Extrem, nämlich der Station St. Pauli, allerdings nur im Frühling in entschiedener Weise. Das drückt sich besonders in dem reichen *Cladothrix*-bewuchs aus und in der Armut an Protozoen, die bis zum Mai auffallend, aber auch später noch bemerkbar war. Später näherten sich die biologischen Verhältnisse mehr den Durchschnittszuständen der oberen Hafengebiete“ und gewannen eine gewisse Ähnlichkeit mit denen des benachbarten Hansahafens, der allerdings zu jeder Zeit sich als ein Gebiet „normalerer“ Lebensverhältnisse kennzeichnet. „In bezug auf *Clonothrix* hat der Indiahafen bis zum Juli nächst St. Pauli die niedrigsten Zahlen, was vielleicht auch mit der Verunreinigung zusammenhängt.“ Ein Vergleich des Indiahafens mit dem benachbarten Hansahafen wird vielleicht wieder davon überzeugen, daß für die Entwicklung des Bewuchses eine regelmäßig wechselnde Durchströmung mit reinem Ebbewasser und nahr-

haftem Flutwasser große Vorteile hat, im Gegensatz zu dem für das Plankton günstigeren Stagnieren des Wassers in einem Becken, wo nur täglich zweimal ein Teil des Wassers durch frisch verunreinigte Zuflüsse erneuert wird (vgl. S. 48).

An diese Untersuchungen von Hafenbecken aus den Jahren 1914/15 schließt sich eine gegenwärtig in der Ausführung begriffene an, die den Kuhwärderhafen betrifft. Soweit es sich bis jetzt übersehen läßt, haben die Lebensverhältnisse dort Ähnlichkeit etwa mit denen im Grasbrookhafen. Jedenfalls stimmen die beiden insofern überein, als einer starken Bodenverunreinigung weniger ungünstige Verhältnisse im Wasser selbst (am Innenende der Häfen) gegenüberstehen. Es wurde hier auch durch Aushängung eines Stricks mit 6 je um 1 m voneinander entfernten Glasplatten von 9×12 cm Größe die Tiefenverbreitung des Bewuchses untersucht. Sie zeigte — ebenso wie das VOLK (1906, S. 40) für die Planktonverteilung nachgewiesen hat — große Gleichmäßigkeit. Nur *Hydra* nahm mit der Tiefe an Häufigkeit zu.

Diese Übersicht der Bewuchsverhältnisse in den verschiedenen Hafenbecken mag für den wenig mit dem Gegenstande vertrauten Leser etwas verwirrend sein, sie wird aber gezeigt haben, und das war der Hauptzweck der ganzen Besprechung, daß die einzelnen Häfen eine recht ausgeprägte und mannigfaltig bedingte Individualität besitzen. Man darf übrigens nicht vergessen, daß immer nur eine bestimmte Stelle des Hafens, wenn auch eine möglichst charakteristische, untersucht wurde. Was die Ausbildung jeder einzelnen von diesen Individualitäten veranlaßt, ist nur bis zu einem gewissen Grade erschließbar. Der Vergleich der verschiedenen Hafenbecken miteinander dürfte aber, eben dieser Verschiedenheiten wegen, allmählich zu einer besseren Analyse der Faktoren führen, welche das Leben des Bewuchses bedingen. Diese Analyse wird mehr und mehr in den Stand setzen, zu erkennen, wie eigentlich die Verunreinigung des Stromes durch Abwässer auf den Bewuchs wirkt, und wie sich jede einzelne der in Betracht kommenden Tier- und Pflanzenarten dazu verhält. Wenn man sich klarzumachen sucht, wie sich die verschiedenen untersuchten Stationen nach den bisherigen Befunden am Bewuchs in bezug auf die Zufuhr der Abwässer verhalten, so wird man, wie mir scheint, auf drei Hauptfälle geführt, nämlich:

1. Oberhalb der Sielmündungen wird den mehr oder weniger durchströmten Stationen mit der Ebbe Reinwasser, mit der Flut verunreinigtes Wasser in regelmäßigem Wechsel zugeführt. Die relative Menge des einen und andern Wassers hängt von der Entfernung von den Sielmündungen und sonstigen Lageverhältnissen ab. So am Strandquai und bei Rothenburgsort, auch wohl im Hansahafen, weniger im Oberhafen. Dieser Wasserwechsel schafft günstige biologische Verhältnisse.

2. In den blindgeschlossenen Hafenbecken findet bei Ebbe eine teilweise Entleerung, bei Flut eine teilweise Neufüllung statt, die bei der Lage der Häfen fast überall, obwohl in verschiedener Menge, verunreinigtes Wasser bringen muß, jedenfalls aber in den hier untersuchten Fällen. Da aber an den inneren Enden der Häfen der Wasserwechsel nur in ganz geringem Grade auf Zufuhr vom Strome selbst beruhen kann, vielmehr sich wesentlich auf Verschiebungen innerhalb des Hafens gründen muß, treten hier mehr oder weniger die Lebensbedingungen stehender, nicht stark verunreinigter Gewässer ein. So im Grasbrookhafen und Kuhwärderhafen, weniger in dem nicht sehr langen Indiahafen, in viel geringerem Grade im Oberhafen und Hansahafen.
3. Im Gebiete bei und unterhalb der Sielmündungen wird sich fast bei jeder Tide stärker verunreinigtes Wasser finden. So schon bei St. Pauli und in noch höherem Grade, wie weiterhin zu erörtern sein wird, im Gebiete von Altona.

Zahlreiche, teils quantitative, meist jedoch nur qualitative Untersuchungen an anderen Stellen ergeben, daß die an jenen Stationen gefundenen Regeln über die Beziehungen des Bewuchses zu den Abwässern für den ganzen Hamburger Hafen gelten.

Besondere Erwähnung verdient hier nur noch eine Stelle des südlichen Hafengebietes, nämlich die Nachbarschaft der Brücken über den Reiherstieg. Dort mündet das Siel, welches die durch eine Abfischvorrichtung mechanisch geklärten Abwässer der südlichen Hafenteile von der Müggenburger Schleuse oberhalb der Elbbrücken bis fast zum Köhlbrand hinab der Elbe zuführt. Wie zu erwarten, zeigt der Bewuchs an dieser Stelle ähnliche Eigenschaften wie bei St. Pauli. Im Mai 1917 z. B. waren die ausgehängten Objektträger nach 7 Tagen mit einem dichten Filz von *Cladothrix* bedeckt, der etwa 5—6 mm hoch war. Dieser starke Bewuchs beschränkte sich auf die Platten an der Westseite des Wasserarms, an der das Siel mündet, während er an der Ostseite viel spärlicher war und kaum ein Zehntel jener Höhe erreichte. Auch der Suctorienbewuchs hatte charakteristische Unterschiede, indem an der Westseite *Trichophrya*, an der Ostseite *Acineta grandis* vorherrschte. Zu beachten ist bei der Beurteilung dieser Tatsachen, daß das Siel hier sehr oberflächlich einmündet, so daß es um die Niedrigwasserzeit zutage tritt und nur in den Stunden um das Hochwasser bis zu 2 m tief unter der Wasseroberfläche liegt. Infolgedessen ist die Verteilung der Abwässer im Vorfluter eine ungünstige; sie bleiben konzentrierter und verunreinigen das Wasser stärker, wenn auch örtlich beschränkter. Damit mag es zusammenhängen, daß hier eine der auffälligsten biologischen Verunreinigungswirkungen, nämlich das Treiben von Pilzflocken, auftritt. Zwar habe ich im Reiherstieg selbst diese Erscheinung nicht beobachtet, wohl aber an einem kleinen, dicht am Ufer der Norderelbe gleich unterhalb der

Mündung des Fährkanals liegenden Ponton, an dem bei Ebbe die Reiherstieg-Abwässer vorüberfließen müssen. Flocken von 2—3 cm Größe trieben dort im Mai 1917 mit einiger Regelmäßigkeit. Ich beobachtete — wenn eine Schätzung gewagt werden darf — im Maximum etwa eine Flocke unter dem Quadratmeter Wasseroberfläche. Es wird weiter unten zu erörtern sein, wie das Wasser bei diesem Ponton (S. 91) und der Boden in der Nähe jener Sielmündung (S. 104) ebenfalls biologische Anzeichen der Abwasserwirkung deutlich erkennen lassen.

Nach der allgemeinen Kennzeichnung des Bewuchses und seiner Abhängigkeit von den Verunreinigungen, wie sie auf Grund der Untersuchungen an jenen sieben Stationen im vorstehenden gegeben werden konnte, will ich im folgenden das Hauptverunreinigungsgebiet einer besonderen, eingehenderen Besprechung unterwerfen und dabei außer dem Unterwasserbewuchs auch die übrigen Bewuchsbezirke mit berücksichtigen, soweit sich aus ihrer Untersuchung für die Abwasserfragen etwas ergeben hat. In der genannten Arbeit wurde schon hervorgehoben, und es wird im folgenden (S. 157, Fig. 3) genauer erörtert, daß sich durch die Verbreitung des Hydroidpolypen *Cordylophora lacustris* dies Kerngebiet der Verunreinigung recht gut abgrenzen läßt. Das Gebiet ist durch chemische, bakteriologische und biologische Befunde in einheitlicher Weise deutlich gekennzeichnet. Es stellt einen langen, schmalen Streifen längs des nördlichen (rechten) Stromufers dar, der etwa von der Kehrwiederspitze bis Wittenbergen reicht. Aus ihm hebt sich die am stärksten verunreinigte Strecke, das Nordufer der Elbe von St. Pauli bis Neumühlen, noch besonders hervor. Sie soll hier zunächst untersucht werden.

Man kann sagen, daß im ganzen auf dieser Strecke der Bewuchs ähnliche Eigentümlichkeiten hat, wie bei der Station St. Pauli, so daß diese als Typus für den Zustand des Gebietes betrachtet werden darf. Was dort charakteristisch ist, üppigste Entwicklung gewisser Vorticelliden in der warmen, von Fadenbakterien (*Cladothrix* usw.) in der kalten Jahreszeit, das kennzeichnet den Bewuchs bis nach Neumühlen hinab. Um die Eigenart des Gebietes zur Anschauung zu bringen, habe ich drei Untersuchungen an Reihen ausgehängter Glasplatten gemacht, die einmal vom Baumwall, einmal vom Sandtorhöft und einmal von Rothenburgsort beginnend bis nach Neumühlen hingen.

Bei dem ersten Versuch (vgl. die Tabelle S. 80 und Fig. 4) vom 29. September 1916 wurden die Platten schon nach 24 Stunden wieder abgenommen. Daß bei dieser kurzen Frist mit verhältnismäßig großen zufälligen Fehlern gerechnet werden mußte, lag auf der Hand. Es sollte aber versucht werden, gewissermaßen zur Erprobung der Leistungsfähigkeit der Methode, ob ein einziger Tag zur Erzeugung eines charakteristischen Bewuchses genügt. Ganz augenscheinlich ist das im September der Fall.

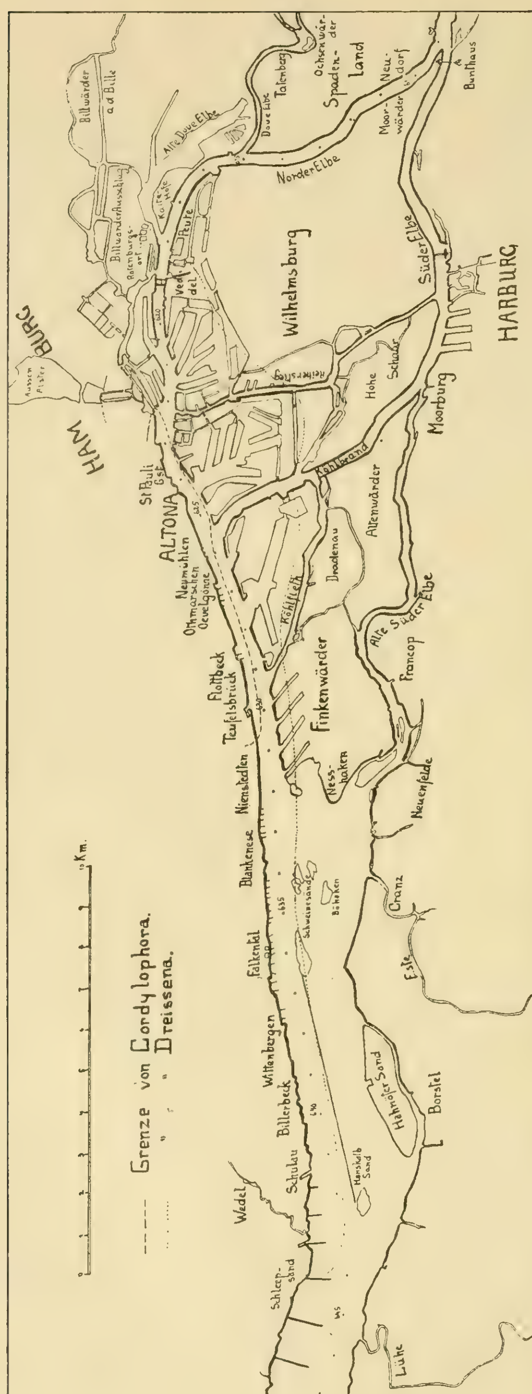


Fig. 3.
Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes von Bunthaus bis zur Lühemündung mit den Verbreitungsgrenzen von *Cordylophora* und *Dreissena* gegen das Verunreinigungsgebiet.

Die Zahlenreihen und die Kurve, welche sich auf den Versuch beziehen, zeigen das Folgende: *Cladothrix* hat auf den ersten fünf Stationen, bis zur schon früher besprochenen Plattenstation St. Pauli, ziemlich gleichmäßig niedere Werte. Dann steigt der Bewuchs dieses Pilzes plötzlich stark an und erreicht bei der Altonaer Fischhalle sein Maximum, um darauf allmählich wieder abzufallen, wobei jedoch die Zahl für Neumühlen noch höher ist, als irgendeine oberhalb St. Pauli. Die Werte der Vorticelliden und Suctorien zeigen eine sehr ähnliche Bewegung. Sie fallen im ganzen vom Baumwall bis zum Altonaer Fischmarkt, steigen bei der Altonaer Landungsbrücke zu einem starken Maximum auf und sinken bis Neumühlen wieder zu minimalen Werten herab. Sehr deutlich tritt also bei *Cladothrix* sowohl wie bei den Protozoen ein ziemlich plötzliches Ansteigen unterhalb der Sielmündungen ein, dem ein langsameres Absinken folgt.

Bei der zweiten Untersuchung, vom 7. bis 10. Oktober 1916, war der Bewuchs im Verunreinigungsgebiet in den drei Tagen schon so stark, daß man mit bloßem Auge die Platte von Altona von allen anderen unterscheiden konnte. Wie Tabelle und Kurve zeigen, haben wieder wie bei dem vorigen Versuch alle drei Organismengruppen eine ausgeprägte Maximalentwicklung im Verunreinigungsgebiet, wenn auch die Kurvengestalt eine veränderte ist. Ein Ansteigen der *Cladothrix*werte ist schon am Strandquai zu beobachten. Von da an wird es sehr stark und erreicht in drei Stufen, ziemlich stetig zunehmend, das Maximum an der Altonaer Landungsbrücke, um danach wieder schnell abzusinken. Bei Neumühlen ist jedoch der Pilzbewuchs noch stärker als am Strandquai. Die Vorticelliden würden eine regelmäßige Kurve ergeben, die erst unterhalb des Strandquais ansteigt und sich im übrigen ganz wie die von *Cladothrix* verhält. Die Suctorienreihe mit ihren niederen Werten muß als verhältnismäßig unsicher gelten. Sie zeigt, entsprechend den Erfahrungen bei den früheren Schieferplattenkulturen, bei Rothenburgsort einen sehr hohen Wert, wiederum aber auch ein starkes Maximum im Verunreinigungsgebiet.

Auffallend ist, wenn man diese beiden Versuche miteinander vergleicht, daß bei dem ersten das Aufsteigen aller Wertreihen erst viel später begann, als bei dem zweiten. Ist die Annahme richtig, daß die Üppigkeit des Bewuchses von der Abwasserzufuhr abhängt, so müßte sich die Verteilung der Abwässer in den beiden Fällen ganz verschieden gestaltet haben. Möglicherweise ist das tatsächlich infolge von Windwirkung der Fall gewesen, denn bei dem ersten Versuche herrschte Ostwind und niedriger Wasserstand, so daß die Flut wohl nur schwach zur Entwicklung gekommen sein mag, bei dem zweiten aber sehr starker Westwind.

Der dritte Versuch, angestellt vom 14. bis 17. April 1917, zeigte in bezug auf *Cladothrix* im wesentlichen dasselbe wie die beiden ersten, wenn auch die Kurve weniger regelmäßig ausfiel. Der Protozoenbewuchs

Tabelle über den Bewuchs längs des Nordufers von Hamburg bis Neumühlen.

		Bewuchs auf Glasplatten in 1 m Tiefe nach einem oder drei Tagen, berechnet auf 100 qcm	Vorticella campanula	Andere Vorticelliden	Vaginicola decumbens	Ciliaten insgesamt	Suctorien insgesamt	Hydra	Cladothrix, Stöckchen	Cladothrix, Endenzahl	Cladothrix, Höhe	Diatomeen
I. 29. bis 30. September 1916	1	Baumwall	39	144	—	183	67	1	200	1	<100	67
	2	Rosenbrücke	—	105	—	105	50	3	600	1	„	83
	3	St. Pauli, obere Fährbrücke	11	44	—	55	6	1	500	1	„	139
	4	„ Landungsbr. Nr. 5	—	138	—	138	23	—	500	1	„	33
	5	„ hinter unterer Fährbrücke	11	94	—	105	11	—	300	1	„	—
	6	Altona, Fischmarkt	11	11	—	22	—	—	16400	1	„	600
	7	„ Landungsbrücke	205	284	—	489	56	—	6000	1	„	—
	8	Neumühlen, Landungsbrücke, hinten	—	6	—	6	v.	—	500	1	„	—
	9	ebenda, Unterende	—	—	—	—	—	—	1400	1	„	67
II. 7. bis 10. Okt. 1916	1	Rothenburgsort, Landungsbr.	—	20	—	20	240	—	—	—	—	(—)
	2	Strandquai, Badefähre	20	84	—	104	28	—	2020	1,1	107	(—)
	3	Neuerwall-Ponton	87	321	2,5	411	75	—	112600	3,6	615	(—)
	4	St. Pauli, hinter unterer Fährbrücke	117	1416	—	1533	249	—	181600	3,16	625	(—)
	5	Altona, Landungsbrücke	1330	1512	—	2842	56	—	251200	4	750	(—)
	6	Neumühlen, „	1	5	—	6	1	—	6700	2,6	529	(—)
III. 14. bis 17. April 1917	1	Sandthorhöft	—	—	—	—	—	—	26400	1	200	2900
	2	St. Pauli, obere Fährbrücke	—	—	—	—	—	—	(300)	(1)	(<50)	83
	3	„ Landungsbr. Nr. 5	—	—	—	—	1	—	34400	1	175	1500
	4	„ hinter unterer Fährbrücke	3	1	—	4	1	—	56000	1	220	2800
	5	Altona, Fischmarkt	—	3	—	3	—	—	47600	1	150	8600
	6	„ Landungsbrücke	2	—	—	2	—	—	80200	1	200	4900
	7	„ Neue Anfahrt	1	3	—	4	—	—	53900	1	(120)	4500
	8	Neumühlen, Landungsbrücke, hinten	—	—	—	—	—	—	1400	1	(150)	39
	9	ebenda, Unterende	—	—	—	—	—	—	400	1	200	61

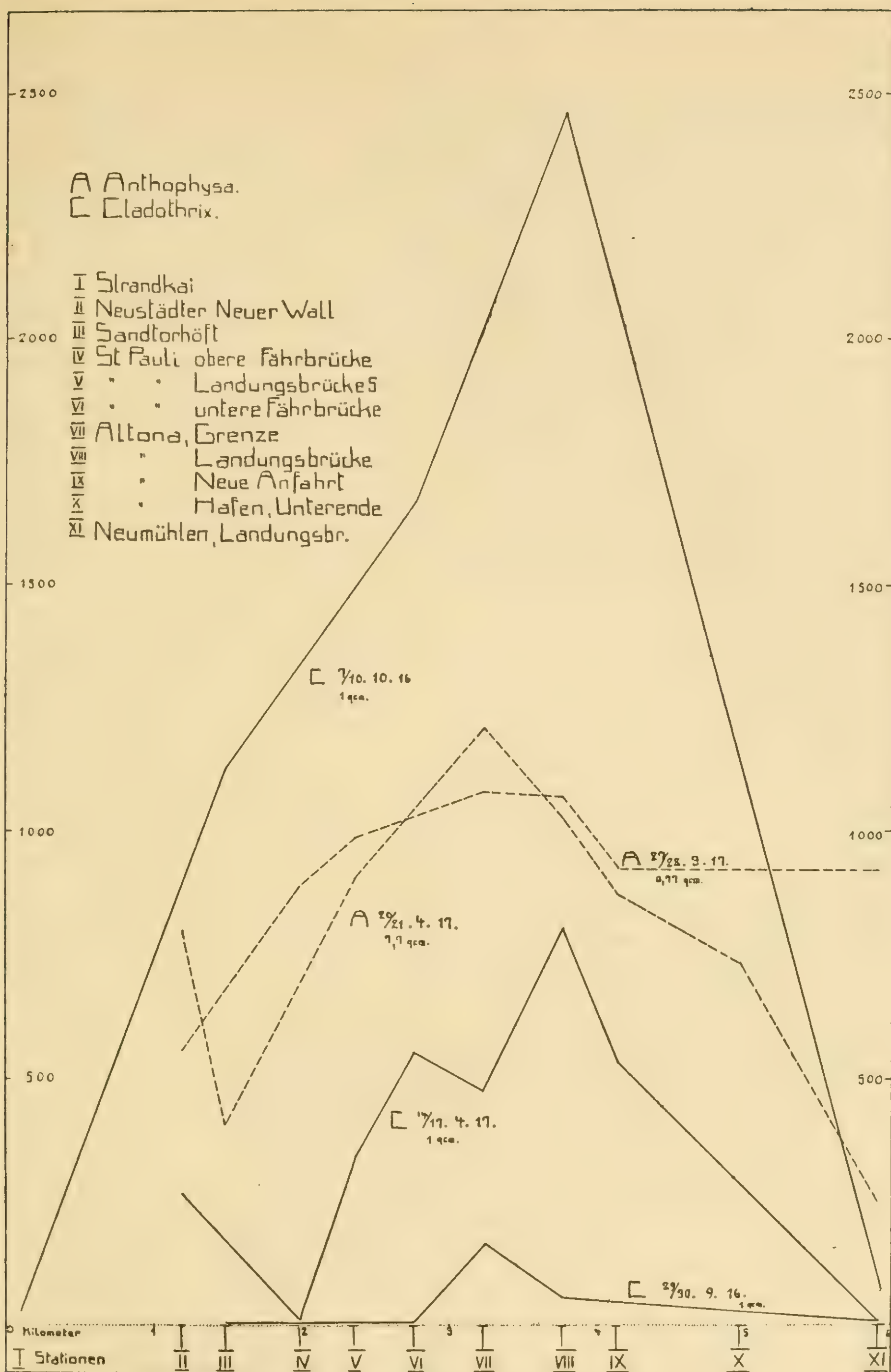


Fig. 4.

Kurven über den Bewuchs von *Cladothrix* (ausgezogen) auf Glasplatten und *Anthophysa* (gestrichelt) in Aquarienkulturen von 500 ccm nach Proben vom Nordufer der Elbe von Hamburg bis Neumühlen. Vgl. Tabellen S. 80 u. S. 93.

war nach dem langen und kalten Winter nur erst sehr schwach entwickelt. Immerhin ist die Beschränkung der Ciliaten auf die Mittelstationen trotz der niedrigen und damit unsicheren Zahlen bemerkenswert. Weiter verdient Beachtung, daß auch die Diatomeenreihe bis Altona steigt und dann wieder abfällt, sowie daß sich in ihr die bei *Cladothrix* hervortretende abnorme Höhe des Wertes für Sandtorhöft wiederholt. Der Bewuchs zeigt also auch bei dieser veränderten Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft das gleiche Reagieren auf die Verunreinigungen. Dies gibt einen recht interessanten Hinweis darauf, daß auf gewissen mittleren Verunreinigungsstufen der gleichsinnige Einfluß der Düngung den ungleichsinnigen der spezifischen Empfindlichkeit der einzelnen Organismengruppen bei der Bestimmung der Volksstärken verdecken kann, während in anderen Fällen das Gegenteil eintritt. Im ersteren Falle bringen die Lebensgemeinschaften als geschlossene Einheiten, im letzteren die Leitformen den Einfluß der Verunreinigungen zum Ausdruck.

Zur weiteren Stütze der Befunde aus diesen drei Versuchsreihen werden später (S. 93) zu besprechende über den Flagellaten *Anthophysa vegetans* dienen können, die in der Kurvenfigur für *Cladothrix* mit zur Darstellung gebracht sind.

Wie die hier angewendeten Mittel die Ausbreitung der Abwässer in der Längsrichtung des Stromes nachzuweisen gestatten, so sind sie auch für die Querrichtung brauchbar. Die untenstehende kleine Tabelle, welche die Anzahl der *Cladothrix*stöckchen auf am Nord- und Südufer der Elbe gleich oberhalb des Tunnels aufgehängten Platten angibt, läßt das erkennen. Von den sieben Versuchen sind fünf durch höhere Werte an der Nordseite ausgezeichnet, während in einem sechsten die Zahlen fast gleich sind und nur in einem Falle die Südseite entschieden über-

Tabelle über die Anzahl der innerhalb dreier Tage beim Elbtunnel gewachsenen Cladothrix-Stöckchen.

100 qcm	Nordufer	Südufer
19. April 1917	65 000	14 200
22. „ 1917	43 000	37 650
25. „ 1917	59 000	25 800
4. Mai 1917	28 900	153 700
7. „ 1917	231 200	239 600
10. „ 1917	255 600	151 000
13. „ 1917	286 000	182 700
Mittel...	138 457	114 970

wiegt. Wahrscheinlich würden diese Ergebnisse noch viel charakteristischer ausgefallen sein, wenn nicht für die Aufhängung der Südplatten jener Ponton an der Mündung des Fährkanals benutzt worden wäre, an dem, wie oben (S. 77) besprochen wurde, bei Ebbe die Abwässer aus dem Reiherstieg hinziehen. Auch die Ergebnisse dieser „Querschnittsversuche" werden später (S. 91) durch Befunde über das Verhalten von Wasserproben in Aquarien fester zu begründen sein. Weiter kommen die Beobachtungen über die Verbreitung von *Cordylophora lacustris* (vgl. S. 157), über das Verhalten der Fische (S. 59) und die Beschaffenheit der Bodenfauna (S. 118) hinzu. Alle diese biologischen Anzeichen lassen, ganz entsprechend den chemischen und bakteriologischen Ergebnissen des Hygienischen Instituts, erkennen, daß die Abwässer im wesentlichen am Nordufer hinstreichen.

Zur Kennzeichnung der Verhältnisse zwischen St. Pauli und Neumühlen erweisen sich nun weiter auch die übrigen Bewuchsbezirke als geeignet, auf deren biologische Verhältnisse im folgenden eingegangen werden soll.

Im ganzen Süßwassergebiet der Niederelbe findet sich ein charakteristischer Bewuchs in der Wassergrenze an schwimmenden Bauten. Die Pontons pflegen an der Grenze zwischen Wasser und Luft einen kaum über handbreiten langzottigen Bewuchs grüner Algen zu tragen. *Cladophora glomerata* bildet darin bei weitem die Hauptmasse. Sie kann nicht als sehr charakteristisch für den Verunreinigungszustand gelten, obwohl (MEZ 1898, S. 144) angegeben wird, daß sie „in reinem fließenden Wasser lebt". Bei Hamburg kommt sie auch in den am stärksten verunreinigten Teilen der strömenden Elbe vor, wennschon nie so üppig entwickelt wie im reineren Wasser. Es wäre aber, eben dieses verschieden guten Gedeihens wegen, recht wohl denkbar, daß man bei genauerer Untersuchung ihrer Gestaltungs- und Wachstumsverhältnisse Merkmale an den einzelnen Pflanzen finden würde, welche für ihren Ursprungsort charakteristisch sind. Ihrem ganzen Vorkommen nach bedarf sie augenscheinlich viel Sauerstoff. In sauerstoffarmen Gebieten sollte man Schädigungen ihrer Gesundheit erwarten. Eine von mir angelegte Sammlung getrockneter *Cladophora*pflanzen auf Kartonblättern zeigt große Mannigfaltigkeit des Wuchses, läßt aber darin noch keinen Einfluß der Abwässer deutlich erkennen.

Dagegen erweist sie diesen Einfluß deutlich in der Beschaffenheit eines sekundären Bewuchses auf ihren Zweigen. Man findet im Reinwassergebiet die Algen meist rein grün und wenig bewachsen. Nur einzelne Suctorien oder Vorticelliden pflegen darauf zu sitzen. Wohl aber sieht man oft inmitten dieses grünen Kranzes um den Ponton einzelne intensiv braune Zotten. Sie erweisen sich bei mikroskopischer Untersuchung als dicht bedeckt mit Diatomeen, ganz besonders *Diatoma vulgare* und *Rhoicosphenia curvata*. Im verunreinigten Gebiet dagegen findet sich ein grauer Überzug auf den Algen. Er besteht aus denselben Organismen

wie der eben besprochene Plattenbewuchs, vielen Vorticelliden, wenigen Suctorien und mehr oder weniger üppigen Beständen von *Cladothrix* (auch *Sphaerotilus* und *Thiothrix*). Im Sommer herrschen die Protozoen, zumal *Carchesium polypinum* und *Epistylis spec. a.*, im Winter die Pilze vor. Diese Organismen verdecken die Alge oft vollständig; die grüne Farbe ist verschwunden, graue, bei starkem Pilzbewuchs sogar weiße Zotten hängen im Wasser.

Diese Zotten geben einen Anhalt von einem gewissen Wert für die Beurteilung der Ausdehnung stärkerer Verunreinigungen, zumal, da sie leicht vom Ponton oder von der Barkasse aus zu beobachten sind. Allerdings darf nicht übersehen werden, daß in kleinem Raume schon sehr starke örtliche Unterschiede dieses Bewuchses vorkommen können. Die stromwärts gerichtete, stärker bespülte Seite eines größeren Pontons kann wesentlich andere Verhältnisse zeigen, als die landwärts gerichtete, zumal da bei dem ost-westlichen Lauf der Elbe mit der Verschiedenheit der Bespülung auch eine Verschiedenheit der Besonnung zusammenwirkt. Schwimmende, mit Ketten an den Pontons verankerte Pfähle, auf die fortwährend das Wasser leicht hinaufspült, pflegen einen schönen, rein grünen *Cladophora*bewuchs selbst im verunreinigtesten Gebiet zu tragen. Das Vorkommen eines starken, grauen Bewuchses auf den *Cladophora*zotten erstreckt sich am Nordufer etwa von den St. Pauli-Landungsbrücken bis zur Landungsbrücke Neumühlen. Unterhalb Neumühlen ist zunächst keine Gelegenheit mehr dafür vorhanden. Am Ponton beim Parkhotel fehlt *Cladophora.* Auf dem Südufer fehlt, wie es scheint, der graue Überzug auch gegenüber Altona ganz.

Vielleicht läßt sich in bezug auf die Vorticellidenarten, welche *Cladophora* besiedeln, noch ein örtlicher Unterschied nachweisen. Eine Anzahl Proben aus dem September und Oktober 1916 zeigten bei Altona als vorherrschende Art *Carchesium polypinum,* die nachweislich durch Verunreinigungen begünstigt wird, bei St. Pauli und Neumühlen dagegen vorherrschend die mehr indifferente *Epistylis spec. a.* Eine Anzahl freilebender Tiere findet sich mit Regelmäßigkeit in dem Algenbewuchs. Von solchen, die verunreinigtes Wasser bevorzugen, ist der Wurm (Enchytraeide) *Lumbricillus lineatus* zu nennen, der zuzeiten darin lebt, jedoch nur im Gebiete von St. Pauli und Altona, und wie es scheint, auch nur an den am stärksten verunreinigten Stellen. Auch rote *Chironomus*larven sind für manche Stellen charakteristisch (vgl. S. 159).

Als letzter von den im Hafengebiet vorkommenden Hauptbezirken des Bewuchses ist die Zone zwischen dem Hochwasserstande und dem Niedrigwasserstande zu nennen. Innerhalb dieser Zone sind im allgemeinen, wie man an Pfählen und Mauern leicht beobachtet, zwei Unterzonen zu unterscheiden, eine obere grüne, die fast nur durch grüne

Algen gebildet wird, und eine untere braune, in der zwei Hauptgruppen von Pflanzen miteinander gemischt sind, nämlich Diatomeen (Kieselalgen) und Cyanophyceen (blaugrüne Algen). In dieser unteren Zone findet sich auch ein charakteristisches Tierleben, besonders von Nematoden (Fadenwürmer), Tardigraden (Bärtierchen) und Rotatorien (Rädertierchen). Das einzige, was in diesem Bewuchs nach heutigen Kenntnissen für die Beurteilung der Verunreinigungen brauchbar ist — es wird vielleicht später einmal wesentlich mehr sein — sind die blaugrünen Algen, bei denen es sich speziell um Arten der Gattung *Oscillatoria* handelt. Sie werden als Leitorganismen unten ausführlicher behandelt. Hier sei nur bemerkt, daß die Arten dieser Gattung, welche sich unter dem Einfluß von Abwässern reichlich entwickeln, gewöhnlich nicht einen braunen Überzug, sondern einen schwarzgrünen erzeugen. Ein solcher findet sich stellenweise z. B. am Altonaer Hafen, sowie auch bei St. Pauli. An stark verunreinigten Gewässern sollen diese schwarzen Algenüberzüge oft das Ufer weithin bedecken (MEZ 1898, S. 540).

Es bestätigt sich auch hier wieder — und das sei als praktisch wichtiges Endergebnis über den Bewuchs im Hafengebiet hier noch einmal hervorgehoben — daß die charakteristischen Anzeichen intensiver Verschmutzung in beschränkter Ausdehnung im Altonaer Gebiet zu finden sind. Noch deutlicher wird das weiter unten bei der Besprechung der Leitorganismen hervortreten.

Betrachten wir nun die Verhältnisse des Bewuchses weiter stromabwärts, so finden wir am Nordufer noch weithin Anzeichen von Verunreinigung, während sich das Südufer unterhalb des Köhlbrands noch auffallender als oberhalb davon als ziemlich rein kennzeichnet. Wenn ich bei Neumühlen eine Grenze zog, die das am stärksten verunreinigte Gebiet abschließen sollte, so ist dies Verfahren naturgemäß einigermaßen künstlich. Eine scharfe Grenze kann es in der Wirklichkeit nicht geben, sondern die Verunreinigung muß von Kilometer zu Kilometer allmählich abnehmen. Immerhin findet aus gewissen Gründen für den Bewuchs hier wirklich eine wesentliche Veränderung der Bedingungen statt. Einerseits nämlich, weil die Hafenbauten hier plötzlich aufhören, weil Mauern, Pfähle, Dämme, Landungsbrücken und Schlengel, soweit man sehen kann, nicht mehr zu finden sind, und damit alle guten Gelegenheiten für die Ansiedelung eines Bewuchses fehlen. Statt dessen tritt hier ein anderer Lebensbezirk als Träger von Anzeichen der Verunreinigung in den Vordergrund, der weiter unten besprochen wird, nämlich der lose Boden der Schorre. Andererseits dürfte es von großer Bedeutung sein, daß die Offenheit des Ufers, der Mangel an Bauten von Neumühlen ab plötzlich eine kräftige Strömung und regelmäßigen, gründlichen Wasserwechsel gestattet. Beides sind Umstände, die eine ziemlich plötzliche Veränderung in den Lebensbedingungen zur Folge haben müssen.

Ganz fehlen allerdings die Gelegenheiten für die Entwicklung eines Bewuchses auch hier nicht, doch sind sie sowohl sehr beschränkt wie auch anderer Art als bisher. Zwischen Neumühlen und Schulau liegt etwa ein halbes Dutzend Pontons (meistens alte Schiffskörper, die für den Bewuchs weniger günstig sind als die Hafenpontons), und in Verbindung damit sind Pfahlgruppen vorhanden. In einiger Entfernung vom Ufer liegen Bojen, an denen ich jedoch keine Anzeichen biologischer Wirkung von Verunreinigungen feststellen konnte. Als etwas Neues kommen jedoch die Stacks (Buhnen) hinzu, die sowohl unterhalb der Niedrigwassergrenze wie oberhalb davon einen Bewuchs tragen. Ferner zeigen die Steine am Ufer oft eine Besiedelung, welche Übergänge zu der des losen Bodens erkennen läßt.

Aus der Beschaffenheit des Bewuchses ist hier nur sehr wenig abzuleiten. Ich unterlasse daher eine Allgemeinschilderung der Verhältnisse. Soweit die Beobachtung nicht quantitativ ausgeführt werden kann, ist eigentlich nur das Verhalten einiger Leitorganismen beachtenswert. Da ist zu bemerken, daß *Cordylophora* an Pfählen zuerst bei Nienstedten wieder beobachtet wurde, an Stacks nicht oberhalb Blankenese, während *Dreissena* sogar bis unterhalb Schulau vermißt wird. *Cladothrix* findet sich auf der ganzen Strecke in geringen oder mäßigen Mengen. An einer Stelle bei Nienstedten wurde *Leptomitus* beobachtet, dessen Erscheinen wohl auf dort einströmende Brauereiabwässer zurückzuführen ist.

Von den im ganzen wenig befriedigenden Versuchen zu quantitativer Feststellung des Bewuchses hatten die im Februar und März 1916 in der oben (S. 64) beschriebenen Weise ausgeführten Versuche mit Lochsteinen einigen Erfolg. Für sie wurden drei Stationen gewählt, eine bei Nienstedten (km 631/32), die zweite bei Falkenstein (km 637), die dritte am Schleepsand unterhalb Schulau (km 645). Trotz vieler Störungen ergaben die Versuche für das Vorkommen von *Cladothrix* ein brauchbares Bild. Außer der Zahl der Stöckchen dieses Pilzes wurden auch ihre durchschnittliche Endenzahl und die durchschnittliche Höhe festgestellt. In bezug auf die Protozoen gelang die Untersuchung im März einigermaßen, doch war das Material von der mittleren Station sehr gering. Die Zahlen, welche die hier eingefügte Tabelle am Schlusse angibt, sind Monatsdurchschnitte aus Zählungen von sieben Tage aushängenden Objektträgern, also im besten Falle (wenn keine Zählung ausfiel) Mittel aus vier Zählungen. Die Zahlen für *Cladothrix* zeigen sowohl im Februar wie im März (siehe die beiden letzten Zeilen) das, was man theoretisch erwarten sollte, nämlich eine ziemlich stetige Abnahme des Pilzbewuchses, je weiter man sich von Hamburg entfernt. Am besten begründet sind die Höhen- und Endenzahlen im März. Die Zahlen der wichtigsten Protozoenarten lassen im Gegensatz dazu eine Zunahme erkennen, jedoch

mit auffallend niederen Werten an der mittleren Station. Das Fehlen der Suctorien auf den Objektträgern der beiden oberen Stationen verdient vielleicht im Vergleich mit den sonstigen Erfahrungen über diese Tiere Beachtung. Alle diese Angaben über die Protozoen ruhen allerdings auf sehr spärlichem Material.

Tabelle über den Bewuchs auf Objektträgern innerhalb sieben Tagen an drei Stellen des Nordufers der Elbe unterhalb Hamburgs im Februar und März 1916, berechnet auf 100 qcm.

Stationen: Nienstedten (N.), Falkenstein (F.) und Schleepsand (S.)

Cladothrix innerhalb sieben Tagen.

		Anzahl der Stöckchen auf 100 qcm			Durchschnittliche Endenzahl			Durchschnittliche Höhe		
Monat	Wochen	N.	F.	S.	N.	F.	S.	N.	F.	S.
Februar	1	.	32 700	.	.	1,2	.	.	250	.
„	2	.	.	17 650	.	.	1	.	.	163
„	3	> 45 200	.	.	1	.	.	250	.	.
„	4	.	.	4 850	.	.	1	.	.	100
März	1	.	86 600	18 250	.	1	1	.	300	150
„	2	.	.	77 200	.	.	1	.	.	200
„	3	s. h.	.	274 000	8	.	1,08	1225	.	450
„	4	s. h.	s. h.	313 333	6	(3,5)	1,13	1500	1400	533
Februar	1—4	(> 45 200)	(32 700)	11 250	1	1,2	1	250	250	132
März	1—4	s. h.	(s. h.)	170 696	7	(2,25)	1,05	1363	850	333

Protozoen innerhalb sieben Tagen auf 100 qcm.
Mittel für den März 1916.

	N.	F.	S.
Zoothamnium spec. a. ..	60	48	153
Vorticella campanula ..	263	120	542
Suctorien	—	—	4,6
Protozoen alle	793	255	826
Anzahl der Zählungen .	2	2	4

Im April und Mai 1917 machte ich den Versuch, durch Aufhängen von Glasplatten der Größe 9×12 cm an vier bis fünf Pontons dieser Strecke, die je drei Tage lang hingen und alle am gleichen Tage gewechselt wurden,

quantitative Ergebnisse zu erlangen. Bei der Kürze der Aufhängungsfrist kam nur der *Cladothrix*bewuchs für die Zählung in Betracht. Durch Verlust von Platten, Überhängen durch im Wasser treibende Pflanzen und zu starken Pilzbewuchs wurden auch hier die Erfolge sehr eingeschränkt. Die beigefügte Tabelle zeigt die Ergebnisse.

Anzahl der Cladothrixstöckchen auf 100 qcm nach drei Tagen in etwa 1 m Tiefe:

	I. Altona Ldbr.	II. Neumühlen	III. Parkhotel	IV. Mühlenberg	V. Blankenese
24.—27. April 1917	132 300	29 300	.	73 750	(38 000)
27.—30. „ 1917	88 500	(100)	.	65 600	.
30. April bis 3. Mai 1917	134 500	21 400	.	v.	.
3.—6. Mai 1917	305 000	71 000	529 000	424 000	.
6.—9. „ 1917	(<) III	<< I	>> IV	224 800	.
9.—12. „ 1917	605 000	208 000	812 000	157 000	.

Es ergibt sich das Folgende: In den 3 ersten Fällen, wo beim Parkhotel nicht gezählt wurde, lag das Maximum bei Altona, in den 3 letzten beim Parkhotel, das Minimum in 5 von den 6 Fällen bei Neumühlen. In allen Fällen fand von Altona nach Neumühlen, vom Parkhotel nach Mühlenberg und von Mühlenberg nach Blankenese Abnahme statt. Auch die Endenzahlen und die Höhen der Stöckchen zeigten in allen verwendbaren Fällen Abnahme vom Parkhotel nach Mühlenberg (6 Fälle) und von Mühlenberg nach Blankenese (1 Fall). Im ganzen kann man also sagen, daß von Altona nach Neumühlen ein starker Abfall stattfindet wie ihn ja schon die oben besprochenen Plattenreihen regelmäßig zeigten, von dort nach dem Parkhotel aber ein erneuter starker Aufstieg und dann wieder ein allmählicher Abfall, der dem in der vorigen Tabelle festgestellten von Nienstedten über Falkenstein nach Schleepsand entspricht. Diese starke Hervorhebung der Station Parkhotel wird sich vermutlich daraus erklären, daß wenig oberhalb davon das Hauptsiel von Altona, dicht oberhalb des Pontons auch noch ein kleines Lokalsiel mündet. Das ist eine für die Beurteilung der gesamten Lebensverhältnisse auf dieser Strecke recht bemerkenswerte Tatsache. Übrigens muß auch hier bedacht werden, daß unterhalb Neumühlen die Strömung wesentlich kräftiger wird, weil das Ufer frei liegt.

Nimmt man alle besprochenen Bewuchsreihen vom Nordufer der Elbe zusammen, nämlich:

die Reihe Rothenburgsort, Strandquai, St. Pauli,
die Reihe Sandthorhöft bis Neumühlen,
die Reihe Altona bis Blankenese,
die Reihe Nienstedten, Falkenstein, Schleepsand

und vergleicht damit die Ergebnisse über die Verbreitung von *Cordylophora* und *Dreissena* längs des Nordufers, so ergibt sich doch ein ganz brauchbares Bild der Verhältnisse, das durch die unten zu besprechenden Ergebnisse über die Bodenfauna und andere Daten noch wesentlich an Klarheit gewinnen wird.

Was über den Bewuchs als Anzeiger der Stärke und Verbreitung der Verunreinigungen im allgemeinen (abgesehen von den Leitformen) zu sagen war, ist hiermit im wesentlichen erschöpft. Es soll jedoch im Anschluß an das Besprochene berichtet werden über die Versuche, in Aquarien aus geschöpften Wasserproben einen Bewuchs zu kultivieren und auf diese Weise die betreffende Wasserprobe biologisch zu kennzeichnen. Ich habe auf die Anlage und Untersuchung derartiger *Aquarienkulturen* trotz wenig ermutigender Ergebnisse viele Mühe verwendet, in der Annahme, daß sie bei zweckmäßiger Ausführung geeignet sein müßten, die Verunreinigungsfrage von einer ganz besonderen Seite in sehr charakteristischer Weise zu beleuchten.

Der Grundgedanke dieser Untersuchungen war der, daß die biologischen Vorgänge in einer in ein Aquarium geschöpften Wasserprobe abhängig sein müssen von der Beschaffenheit des Wassers, und daß es daher möglich sein möchte, aus ihnen Rückschlüsse auf diese Beschaffenheit zu ziehen. Besonders dachte ich dabei an den Gehalt des Wassers an Nährstoffen. Ich wollte die mit Abwässern gedüngte Wasserprobe gewissermaßen als eine Nährlösung betrachten, deren *Leistungsfähigkeit* in der Zahl der darin gedeihenden Organismen zum Ausdruck kommen sollte.

Es lag ja allerdings auf der Hand, daß der Zustand eines solchen Aquarienbewuches von verschiedenen Umständen abhängen mußte, welche seine Brauchbarkeit in dem angegebenen Sinne in Zweifel stellten. Die zufällige Zusammensetzung des Gehalts der Wasserprobe an tierischen und pflanzlichen Keimen, die veränderten Bedingungen, die durch Aufbewahrung des Stromwassers in einem kleinen Raum ohne Bewegung gegeben waren, und der Umstand, daß der Bewuchs immer nur einen Teil der biologischen „Leistung“ der betreffenden Wasserprobe, wohl nicht einmal ihren wesentlichsten, darstellte, mußten störend wirken. Die Erfahrungen entsprachen diesen Befürchtungen. Nichtsdestoweniger schien bald mehr, bald weniger deutlich hervorzutreten, daß der leitende Grundgedanke eine gewisse Berechtigung hat.

Ich habe bereits in meiner Hauptarbeit über den Bewuchs (1916b, S. 126) folgende Reihe von Untersuchungen dieser Art erwähnt. Am 26. März 1915 wurden von 6^{15} Uhr morgens bis 9^{45} Uhr abends im Oberhafen alle zwei Stunden Wasserproben geschöpft und davon je 200 ccm in Aquarien von 100 qcm Bodenfläche gegossen, auf ihren Boden Objektträger gelegt und der Bewuchs auf diesen wöchentlich gezählt. Die

folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse für die häufigste Ciliatenart, eine *Vorticella spec.* Sie enthält die Individuenzahlen, auf 100 qcm berechnet, nach je sieben Tagen.

Tabelle zum Nachweis des Einflusses der Tidenphasen auf die Abwasserverteilung. (Erklärung im Text.)

Entnahmezeit:	6⁴⁵	7⁴⁵	9⁴⁵	11⁴⁵	1⁴⁵	3⁴⁵	5⁴⁵	7⁴⁵	9⁴⁵
Nach 1 Woche(n)	2920	87	1133	187	993	113	—	33	193
„ 2 „	773	273	1913	1400	1713	1327	47	147	600
„ 3 „	7	80	1407	1516	53	153	60	53	1280
„ 4 „	7	—	13	7	—	—	—	—	—
„ 5 „	27	—	—	167	7	—	—	—	—
„ 6 „	—	—	—	27	—	—	—	—	—
Summen...	3740	440	4466	3348	2766	1593	107	233	2073
Tiden...	Ebbe	Flut			Ebbe				Flut

Will man die gesamte Produktion jedes Aquariums berechnen, so wird man die Zahlen der vorletzten Reihe, die „Summen", mit 7 multiplizieren müssen; damit bekommt man die Anzahl der Lebenstage aller während der ganzen Zeit auf einer Fläche von 100 qcm gewachsenen Individuen zusammen. Man könnte sie die Zahl der „Individuentage" des Aquariums für 100 qcm nennen. Ich betrachte jedoch im folgenden die einfachen Summen in Beziehung zu den darunter verzeichneten Tidenphasen.

Diese Reihe scheint dem zu entsprechen, was man theoretisch erwarten sollte, wenn man annimmt, daß, wie es nach den örtlichen Verhältnissen zutreffen muß, mit der Ebbe reines Oberwasser, mit der Flut aber durch Abwässer gedüngtes Wasser durch den Oberhafen geht. Am Schluß der Ebbe muß das Wasser am ärmsten an Nährstoffen sein, einige Zeit nach Eintritt der Flut muß nährstoffreiches Wasser von unten heraufkommen, daher die biologische Leistungsfähigkeit zunehmen. Und zwar müßte die Leistung gleich im Anfang am stärksten sein, weil da das bei der letzten Ebbe an den Sielmündungen gedüngte Wasser wiederum an den Sielmündungen vorbei zurückkehrt und noch einmal gedüngt wird. Weiterhin wird der Grad der Düngung abnehmen müssen. Nach Eintritt der Ebbe kehrt zunächst gedüngtes Wasser von oben zurück, dessen Düngung sich aber schnell verringert und im letzten Teil der Ebbe ganz wegfällt. Mit der neuen Flut tritt dann wieder neue Düngung ein.

Man wird ein ziemlich deutliches Zusammenstimmen der empirischen Zahlenreihe mit diesem theoretischen Gedankengange zugeben müssen.

Daher verdient der Versuch, obgleich er vereinzelt geblieben ist, und obgleich er nur für die eine Art, allerdings die häufigste des Bewuchses, klaren Erfolg hatte, wohl einige Beachtung.

Aus zahlreichen späteren Versuchen hebe ich eine Reihe hervor, die auf die Frage nach der Verteilung der Abwässer in der Richtung senkrecht zum Strome Auskunft geben sollte. Sie erweist wieder, daß die Abwässer in der Nähe der Sielmündungen von Hamburg und Altona sich am Nordufer hinziehen, das Südufer aber wenig beeinflussen (vgl. oben S. 83).

Zu dem Zweck dieser Untersuchungen wurden Wasserproben beim Elbtunnel (einmal bei Neumühlen) an der Nordseite, gelegentlich auch in der Mitte, und an der Südseite entnommen. Je 500 ccm wurden in Aquarien gegossen und darin Objektträger auf den Boden sowie mit einem Fettrand versehene Deckgläschen auf die Oberfläche gelegt. Die Deckgläschen wurden nach 24 Stunden hauptsächlich auf ihren Bewuchs mit *Anthophysa vegetans*, die Objektträger nach sieben Tagen auf die festsitzenden Organismen insgesamt durchgezählt. Folgender Auszug aus den Tabellen zeigt die Ergebnisse, soweit sie hier von Bedeutung sind.

Nach dieser Übersicht überwiegt bei allen häufigeren Protozoen der Ertrag in den Noduferproben gewöhnlich den in den Süduferproben, und zwar beträgt die Zahl der Fälle, in denen dies Überwiegen stattfindet, bei *Anthophysa* in der Köpfchenzahl 78 %, in der Durchschnittszahl der Individuen im Köpfchen 90 %, bei *Vorticella campanula* 71 %, bei *Carchesium polypinum* 55 %, bei *Vorticella spec.* 67 %, bei *Stentor* 67 %, bei *Tintinnidium* 62 %, bei den Ciliaten insgesamt 68 %. Besonders beachtenswert ist in dieser Lebensgemeinschaft naturgemäß die als Abwasserorganismus bekannte *Anthophysa* mit ihren hohen Werten.

Daß der Gegensatz zwischen Nord- und Südseite nicht noch klarer hervortritt, liegt augenscheinlich, wie schon (S. 76) erwähnt, hauptsächlich an der Einwirkung der Abwässer des Reiherstiegsiels, die nach oberflächlicher (!) Einleitung in den Strom an der südlichen Entnahmestelle vorüberfließen. Mehrfach erwies sich die Wasserprobe der Südseite schon für das bloße Auge als stark verunreinigt, so besonders die vom 22. März 1917, in der auch nicht nur *Anthophysa* und *Vorticella campanula* stärker als an der Nordseite sich entwickelten, sondern auch ein massenhafter *Cladothrix*bewuchs auf dem Objektträger entstand. Dieser Pilz war zuvor fast nie aufgetreten, fand sich aber nun öfter.

Wie man sieht, gab es während der Untersuchungszeit eine zusammenhängende Periode kräftigen Gedeihens von *Anthophysa* auf beiden Ufern, die vom 14. Dezember 1916 bis zum 25. Januar 1917 dauerte. Bei den hohen absoluten Werten sind die Befunde aus dieser Zeit besonders sicher und wertvoll. Abgesehen von der Zeit des ersten Ansteigens

Tabelle über den Bewuchs in Aquarienkulturen aus Wasserproben von je 500 ccm von beiden Stromufern beim Elbtunnel.

Tag der Entnahme 1916/17	Nach 1 Tag auf 24×32 qmm Oberfläche — Anthophysa vegetans — Köpfchen		Individuen im Köpfchen (Mittel)		Nach 7 [[1])8, [2])6] Tagen auf 100 qcm Bodenfläche — Vorticella campanula		Ciliaten insgesamt	
	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd
29. Mai	.	.	.	.	327	20	1954	367
1. Juli	.	.	.	.	4107[1])	560[1])	4600[1])	1080[1])
6. „	.	.	.	.	1500	653	3497	1186
7. Dezember...	28	4	.	.	540[2])	7[2])	1940[2])	2914[2])
14. „ ...	884	1522	3,4	2,5	20	20	287	87
18. „ ...	625	278	3,5	2,6	.	.	.	.
21. „ ...	2011	1158	3,1	2,4	53	—	359	527
28. „ ...	5511	623	3,7	3,2	547	—	727	464
4. Januar	4845	805	5	3,6	13	—	409	201
11. „	11692	9239	2,1	2,1	60	460	1900	760
18. „	954	483	3,1	3	—	—	167	14
25. „	884	3957	3,9	2,9	(120)	—	280	367
1. Februar	190	101	5,2	3,8	—	—	687	247
8. „	56	5	7	7	—	—	27	—
15. „	7	4	7,3	5,3	—	—	640	267
22. „	16	2	6,9	(6)	—	—	14	2553
1. März	80	38	8,8	6,7	53	—	446	27
8. „	258	249	10,5	9,4	—	373	60	373
15. „	55	44	12,1	5,7	> 167	393	> 167	679
22. „	598	915	3,9	3,8	20	340	794	375
29. „	272	559	3,6	3,8	280	(7)	373	400
5. April	295	160	3,1	2,8	27	—	270	87
12. „	431	286	4,2	3,8	33	—	(260)	53
19. „	222	1030	3,3	3,6	—	60	300	1421
1. Mai	92	60	3,9	3,3	—	—	907	280
7. „	3	2	6,7	3	—	—	1283	35
Durchschnitt ...	1304	936	5,2	3,4	314	116	894	591
Nord > Süd ...	18 Fälle		18 Fälle		12 Fälle		17 Fälle	
Nord < Süd ...	5 „		2 „		5 (4?) „		8 (7?) „	

Häufigste der übrigen Ciliaten nach sieben Tagen.

Carchesium pol.	Durchschn. Nord 152,	Süd 161.	Nord > Süd 11 Fälle,	Nord < Süd 9 Fälle
Vorticella spec.	„ „ 301,	„ 273.	„ > „ 16 „	„ < „ 8 „
Stentor roeselii	„ „ 1,8,	„ 5,6.	„ > „ 4 „	„ < „ 2 „
Tintinnidium	„ „ 21,	„ 18.	„ > „ 8 „	„ < „ 5 „

und des letzten Absinkens des Gedeihens ist das Nordufer während dieser ganzen Periode ständig stark überlegen. In derselben Zeit war auch das Wasser von anderen Stellen sehr reich an *Anthophysa;* dabei ist hervorzuheben, daß während dieser Frist eine Parallelversuchsreihe vom Hinterende des Kuhwärder Hafens, das meist keiner Abwasserzufuhr genießt, wesentlich schwächeren *Anthophysa*bewuchs, im Mittel nur 65 % des jeweils niederen und 30 % des höheren der beiden Stromuferwerte zeigte. Das Herabsinken auf Minimalwerte nach dieser Blütezeit fällt mit der Dauer des Eisganges auf der Elbe (bis zum 8. März) zusammen.

Wie diese Untersuchung über die Ausbreitung der Abwässer im Stromquerschnitt, so gibt die folgende Doppelreihe von Versuchen über die Ausbreitung in der Stromrichtung längs des Nordufers Auskunft. Sie entspricht also ebenfalls den Untersuchungen von im Freien ausgehängten Glasplatten (vgl. S. 80), und ihre Ergebnisse sind zusammen mit denen dieser Versuche in Fig. 4 graphisch dargestellt. Nur der *Anthophysa*bewuchs auf schwimmenden Deckgläschen ergab ein klares Bild. In der Tabelle wurde im Unterschied von der vorigen die Köpfchenzahl multipliziert mit der durchschnittlichen Individuenzahl des Köpfchens angegeben. Die Zahlenreihen und besonders die Kurven zeigen in übereinstimmender Weise ein verhältnismäßig schnelles Ansteigen bis zu einem Maximum an der Altonaer Grenze und ein langsameres Wiederabfallen. Auffallend ist die Übereinstimmung der Aprilreihe mit der gleichzeitigen Plattenreihe im Freien in bezug auf den abnorm hohen Wert beim Sandthorhöft.

Tabelle über den Bewuchs an Anthophysaindividuen in Aquarienkulturen von je 500 ccm auf 24 × 32 qmm Oberfläche nach 24 Stunden.

Tag der Entnahme:	27. März 1917	20. April 1917
Sandthorhöft	5 619	800
Neustädter Neuerwall	.	406
St. Pauli-Landungsbrücke, Uhrturm	8 904	.
St. Pauli-Landungsbrücke 5	9 878	904
Altonaer Grenze	10 813	1 205
„ Landungsbrücke	10 673	1 028
Altona, Neue Anfahrt	9 265	877
Altonaer Hafen, Unterende	.	733
Neumühlen, Landungsbrücke	9 278	249

Aus der großen Zahl anderer, meist weniger erfolgreicher Versuche, die ich in Gebieten mit weniger charakteristischen Abwasserverhältnissen angestellt habe, seien noch folgende allgemeine Erfahrungen hervorgehoben. Ein gewisses Hervortreten der Werte für die Ciliaten am Nordufer der

Elbe, wie am Elbtunnel so auch weiter unterhalb bis nach Blankenese, und ein starkes Zurücktreten der Werte aus der Außenalster und dem Isebeckkanal (abgesehen von seinem Ende) gegenüber denen der Elbe ist zu beobachten. Besonders charakteristisch für die Fauna am Boden des Aquariums sind die Hypotrichen, bei denen sich auch die erwähnten örtlichen Unterschiede deutlich zeigen. Sie scheinen, wie Proben von Lauenburg, Cranz (an der Estemündung), Glückstadt und Scheelenkuhlen (oberhalb Kaiser-Wilhelm-Kanal) andeuten, im Hamburger Gebiet eine entschiedene Anreicherung gegenüber den Verhältnissen im „normalen" Elbwasser zu erleiden.

Dies wären die wichtigsten Ergebnisse der noch sehr unvollkommen entwickelten, aber, wie mir scheint, keineswegs aussichtslosen Methode der Aquarienkulturen.

Überblickt man die Gesamtheit der Ergebnisse über den Bewuchs und vergleicht die mit seiner Hilfe zu erlangenden Nachweise über die Verunreinigungen mit dem, was aus dem Studium der anderen Lebensgemeinschaften zu folgern ist, so wird man seine große Bedeutung einsehen. Nicht zwar als Reinigungsfaktor des Stromes spielt er eine wesentliche Rolle; höchstens in unmittelbarer Nähe der Sielmündungen mag sein Anteil in dieser Beziehung beachtenswert sein (s. u. S. 174). Aber als Anzeiger der Verunreinigungen hat er eine ganz hervorragende Bedeutung. Daß sich bei ihm große Empfindlichkeit mit Ortbeständigkeit vereinigt, weist ihm hier die erste Stelle an. Plankton und Nekton mögen ihm an Empfindlichkeit nahekommen, aber sie wandern, aktiv oder passiv, und vermögen nur ungenau für Ort und Zeit des Fanges Maßgebendes auszusagen. Das Benthal des losen Bodens ist ziemlich an seinen Ort gebunden, aber da einstweilen in ihm nur langlebige höhere Tiere in Betracht kommen, ist es in bezug auf zeitliche Unterschiede ein wenig empfindliches Reagenz. Die Empfindlichkeit beruht besonders auf der wesentlichen Beteiligung von Protisten am Bewuchs. Aber es sind auch langlebige vielzellige Tiere und Pflanzen in ihm vorhanden, und damit kommt zu jenen beiden ein drittes, für seine Bedeutung wesentliches Moment, Mannigfaltigkeit in betreff der Lebensdauer der Bestandteile. Von den kurzlebigen Fadenbakterien und *Anthophysa* bis zu den ausdauernden *Cordylophora* und *Dreissena* kommen alle Stufen der Lebensdauer und Fortpflanzungsgeschwindigkeit vor, und während jene über die wandelbarsten augenblicklichen Zustände Auskunft geben, kennzeichnen diese den Gesamtzustand langdauernder Zeitabschnitte.

Verbindet der Bewuchs also als Anzeiger der Verunreinigungen Feinheit und Schärfe des Reagierens mit Vielseitigkeit, so darf man ihn doch nicht etwa als allein wichtiges Universalmittel der Wasserbeurteilung behandeln wollen. Für das Studium der Selbstreinigungsvorgänge im

Niederelbegebiet ist er von minimaler Bedeutung; man wird sich dabei vielmehr an das Plankton und das Benthal des Grundes zu halten haben; fragt man nach Dauer und Veränderlichkeit der Zustände in längeren Zeiträumen, so wird wieder besonders die Grundfauna Auskunft geben; will man die Wirkungen vorübergehender Störungen nachweisen, so sind es die Fische, an denen sie am deutlichsten werden; will man die Verunreinigung des Grundes untersuchen, so ist der Bewuchs wenig dazu geeignet, denn obwohl er eine benthonische Lebensgemeinschaft ist, gibt er doch nicht über den Boden Auskunft, sondern über die Beschaffenheit des Wassers. Jede der verschiedenen Lebensgemeinschaften hat ihre eigene Bedeutung in dem Komplex von Problemen, welche die Abwasserbiologie zu behandeln hat, jede ist für besondere Fragen maßgebend, keine kann die andere bei der Untersuchung völlig ersetzen.

Der Bewuchs mag für den Praktiker, dem es auf den Besitz einiger leicht mit genügender Sicherheit anzuwendender Kennzeichen der Verunreinigung ankommt, besondere Vorteile bieten; der um Abwasserfragen bemühte Biologe kann im Gegensatz dazu gar nicht mißtrauisch genug gegen die Benutzung weniger, einfacher und handlicher Methoden sein. Seine Aufgabe muß es bleiben, immer zahlreichere und feinere Merkmale ausfindig zu machen und immer genauer und spezieller die Methoden den neu auftauchenden Problemen anzupassen. Für beides bietet ja gerade die Mannigfaltigkeit des Tier- und Pflanzenlebens ein unabsehbares Gebiet aussichtsvollster Arbeit.

d) Das Tierleben des Grundes.

Im Gegensatz zum Plankton besteht die Lebensgemeinschaft des Strombodens ganz vorwiegend aus Tieren. Grüne oder farbige Pflanzen werden so gut wie gar nicht beobachtet, nur Pilze kommen vor. Der Reichtum an Tieren ist, wie weiterhin durch Zahlen nachgewiesen werden soll, ein ganz erstaunlicher. Die Bedeutung der Lebensgemeinschaft des Grundes ist daher für die Gesamtheit der Lebensvorgänge im Strom sehr groß, um vieles größer als die des Bewuchses. Sie steht der des Planktons am nächsten.

Die Tiere, um die es sich vorwiegend handelt, sind im Gegensatz zu denen des Planktons und Nektons (den Fischen) weder aktiv noch passiv wesentlich beweglich. Teils zu schwer, teils zu sehr in den Boden vergraben, können sie nur bei gewaltsamer Aufwühlung des Grundes passiv fortgeführt werden. Andererseits ist auch ihre Fähigkeit, zu kriechen und zu schwimmen gering. Dieser Mangel an Beweglichkeit ist sehr wichtig für die Fragen der Stromverunreinigung, denn aus diesem Grunde sind sie verhältnismäßig gut geeignet, ihren engeren Lebensbezirk

biologisch zu kennzeichnen. Den bedeutenden Vorzug, den der Bewuchs an festen Gegenständen insofern hat, als er in seiner Gebundenheit den Ort, wo er lebt, aufs deutlichste kennzeichnet, hat die Tierwelt des Grundes wenigstens bis zu einem gewissen Grade mit ihm gemein.

Eine zweite wichtige Eigentümlichkeit ist die verhältnismäßig bedeutende Größe der in Betracht kommenden Tierformen. Nächst den Fischen leben hier die größten Tiere, und keine der übrigen Lebensgemeinschaften übertrifft diese an durchschnittlichen Maßen der Individuen. Mit der Größe hängt eine längere Lebensdauer zusammen. Bei den meisten wird nur eine einzige Fortpflanzungsperiode im Jahr anzunehmen sein. Setzen wir das Eintreten eines Unglücksfalls, der irgendwo diese ganze Fauna vernichtet: Wie lange wird es dauern, bis sie wieder gebildet ist! Ein tiefer Gegensatz besteht darin zu den vorwiegend aus einzelligen Wesen bestehenden Gemeinschaften und ganz besonders zum Plankton. Diese lange Lebensdauer des Individuums setzt voraus, daß das einzelne Tier auch die ungünstigsten Verhältnisse, die im Laufe etwa eines Jahres an der betreffenden Stelle eintreten, zu überstehen vermag. Ungünstige Einflüsse müssen hier vom Individuum überdauert werden, bei den Protisten ist das nicht nötig. Das Protistenleben an einem Orte wird insofern wandelbarer, das Metazoenleben beständiger sein. Jeder Organismus kann ja aber einen Ort nur für die Zeit kennzeichnen, während deren er an ihm lebt, ein Protist also meist nur für sehr kurze Zeit. Man wird, um den Ort durch Protozoen zu charakterisieren, Monate hindurch Untersuchungen machen müssen. Bei den großen Bodenorganismen genügen dazu wenige Beobachtungen in längeren Zeitabständen. Ich denke dabei allerdings zunächst nur an Orte, wo nicht, wie im Fahrwasser, der Strom das Bodenmaterial stark verschiebt.

Während in dieser Weise die Bodenfauna für den Dauerzustand in ihrem Lebensraum die wertvollsten Anzeichen gibt, ist sie für den Nachweis zeitlicher Differenzen sehr wenig geeignet. Tiergruppen, welche alle in einem ganzen Jahreskreislauf vorkommenden Unterschiede der Lebensbedingungen ertragen können, vermögen das eben nur, weil sie gegen die betreffenden Unterschiede indifferent sind, oder wenigstens nicht stark durch sie verändert oder gar abgetötet werden, so daß man am Wechsel ihres Vorkommens zeitliche Schwankungen etwa in der Nahrungszufuhr, dem Sauerstoffbestande, Vergiftungen u. dgl. wahrnehmen könnte.

Ich habe zum Schluß der Besprechung des Bewuchses bereits auf den hier maßgebenden Grundsatz von allgemeinster Wichtigkeit für die biologische Abwasserbeurteilung hingedeutet, den nämlich, daß jede Lebensgemeinschaft in besonderer Weise Anhaltspunkte für die Urteilsbildung gibt und daher keine die andere ersetzen, auch keine für sich allein eine gründliche Einsicht in die Verhältnisse

vermitteln kann. Später, bei der Besprechung der Leitorganismen, wird hervortreten, wie sogar jede einzelne Art auf ihre besondere Weise die Frage beleuchtet, denn keine lebt wie die andere, keine wird in derselben Weise wie die andere von den Verunreinigungen beeinflußt. Auf diesem Umstande beruht die unübersehbar große Entwicklungsfähigkeit der biologischen Abwasseruntersuchung.

Noch einleuchtender wird die spezifische Bedeutung der Grundfauna, wenn man sie kausal, besonders nach den Grundlagen ihrer Ernährung, untersucht. Ich will die wichtigsten der Tiere daraufhin besprechen, zugleich um eine Übersicht der vorkommenden Formen zu geben. Dieselben Tiere sind auch die Hauptbestandteile der weiter unten behandelten Schorrefauna. Zwei Tiergruppen sind entschieden vorherrschend, die kleinen Muscheln der Familie der Sphaeriiden *(Sphaerium* und *Pisidium)* und die Schlammwürmer, die Tubificiden (hauptsächlich die Gattung *Tubifex*). Die Sphaeriiden liegen im Schlamm, kriechen auch lebhaft umher und ernähren sich vermöge des Wasserstroms, welcher durch ihre Siphonen in den Schalenraum hinein- und wieder herausgeht. Im Innern werden diesem Strom die schwebenden Bestandteile abgenommen und als Nahrung verbraucht. Detritus nebst dem im Verhältnis spärlichen Plankton bildet die Nahrung, welche zumal in den Hafenbecken, wo das Wasser zur Ruhe kommt, unablässig niederschwebt, und sobald sie sich dem Boden nähert, von den oft ungeheuer massenhaften Muscheln aufgesogen wird. Die Tubificiden dagegen sind Würmer, deren Ernährung derjenigen der Regenwürmer entspricht: sie fressen den abgelagerten Schlamm in sich hinein und „verdauen heraus", was Nahrhaftes darin ist. Also auch ihre Existenz gründet sich auf den Detritus.

Außer diesen beiden Tiertypen leben am Elbgrunde hauptsächlich zahlreiche Schnecken, Egel, Flohkrebse der Gattung *Gammarus* und Mückenlarven aus der Familie der Chironomiden. Abgesehen von den räuberisch lebenden Egeln und vermutlich einigen Aasfressern müssen auch diese alle auf den Detritus angewiesen sein; andere Nahrung steht ihnen wenig zur Verfügung. Es folgt daraus, daß die Zufuhr, die Verteilung und Ablagerung dieser feinen schwebenden Stoffe eine beherrschende Bedeutung für das Leben dieser ganzen Gemeinschaft haben muß. Und somit wird auch der Einfluß der Verunreinigungen auf sie vorwiegend auf der Zufuhr vermehrter und eigenartiger Detritusmassen beruhen. Andere Faktoren wirken wohl dabei mit, daß aber dieser in erster Linie für die Verhältnisse bestimmend ist, davon werden, wie ich glaube, die folgenden Ergebnisse eingehender Untersuchungen überzeugen. (Vgl. auch HENTSCHEL 1915, S. 158.)

Fänge von Bodentieren sind schon vor längerer Zeit, nämlich seit Ende der neunziger Jahre, von VOLK ausgeführt worden, der auch in

seinen Mitteilungen über die biologische Elbuntersuchung (1903, S. 74 ff.) einen kurzen Bericht darüber gegeben hat. Das umfangreiche von ihm mit der Zeit aufgesammelte Material und seine Aufzeichnungen darüber haben sich leider nach seinem Tode nicht mehr verwerten lassen. Nach ihm haben SCHIEMENZ, LÜBBERT, EHRENBAUM und LOHMANN, zumeist nach einem bestimmten Programm mit festgelegten Stationen, in systematischer Weise Untersuchungen ausgeführt, wobei auch eine gewisse Statistik nach einem von Prof. SCHIEMENZ vorgeschlagenen System ausgeführt wurde. Bestimmte Netze werden eine bestimmte Zeit lang bei bestimmter Fahrt ausgesetzt und der Fang dann in bezug auf die gefangenen Fische gezählt, in bezug auf die anderen Tiere geschätzt. Prof. SCHIEMENZ hat Protokolle derartiger Untersuchungen veröffentlicht (1908, S. 73 ff.).

Seit dem Jahre 1914 war ich selbst bei diesen Untersuchungen beteiligt und zugleich mit der Fortsetzung der von Prof. LOHMANN im Jahre 1913 nach einem anderen Plane begonnenen Bodenuntersuchungen beschäftigt.

LOHMANN hatte als wichtigste Aufgabe auf diesem Untersuchungsgebiet die kartographische Darstellung der Verbreitung der benthonischen Organismen bezeichnet. Damit diese in befriedigender Weise ausgeführt werden konnte, bedurfte es genauer quantitativer Feststellungen. War durch solche eine sichere Grundlage geschaffen, so konnten auch die Netzfänge besser zur allgemeinen Urteilsbildung herangezogen werden. Für manche Fragen erwies sich im Verlaufe der Arbeiten die Darstellung in Kurven als besonders zweckmäßig. Eine solche liegt nahe, weil es im Untersuchungsgebiet überall zwei aufeinander senkrecht stehende Hauptrichtungen gibt, in denen die Wirksamkeit aller biologischen Faktoren am deutlichsten zur Geltung kommen muß, nämlich die Stromrichtung selbst und die Richtung senkrecht zum Strom. Daher lassen sich ausdrucksvolle Kurven zeichnen, die sich auf Längs- oder Querschnitte des Stromes beziehen. Solche erwiesen sich ja schon früher für Plankton und Bewuchs als sehr charakteristisch. Durch mancherlei mit dem Kriege zusammenhängende Hinderungen wurden jene quantitativen Arbeiten verzögert und beschränkt. Immerhin sind durch zwei Gruppen von Untersuchungen, über die hier berichtet werden soll, brauchbare Grundlagen kartographischer Darstellung beschafft worden.

Die erste quantitative Untersuchung wurde auf Anregung des Direktors des Hygienischen Instituts, Prof. DUNBARs, in Gemeinschaft mit Dr. KAMMANN ausgeführt. Im November 1915 wurden von der Barkasse „Gaffky“ aus gewöhnlich mit dem von Prof. DUNBAR konstruierten Schlammsauger Bodenproben entnommen, die konserviert, ausgesiebt und in bezug auf ihren Tiergehalt ausgezählt wurden. Das Material entstammte hauptsächlich den Häfen zwischen Reiherstieg und Köhlbrand und der

ungefähr in der Stromrichtung verlaufenden Häfen- und Kanalreihe vom Reiherstieg ostwärts über Sprechafen und Zollhafen bis zur Müggenburger Schleuse. Im November 1916 wurde es durch Fänge aus dem Moldauhafen ergänzt. Bei den Untersuchungen sind also die verschiedenen Teile des Hafengebietes sehr ungleichmäßig berücksichtigt, sie haben aber den Vorteil, daß sie die den Sielmündungen am nächsten gelegenen Kuhwärder Häfen und die stromaufwärts am fernsten gelegenen Teile miteinander zu vergleichen gestatten, sowie wenigstens einen der um den Hansahafen herum gelegenen Gruppe berücksichtigen. Die Masse der einzelnen Proben schwankte zwischen 50 und 350 ccm, betrug aber in den meisten Fällen nahe an 250 ccm. Daher wurden alle Werte auf 250 ccm umgerechnet. Die Zahl der Proben war 94, so wurden im ganzen ungefähr 23,5 Liter Bodenmaterial untersucht. Die beigefügte Tabelle gibt über die Ergebnisse Auskunft.

Der Bodenart nach waren von den 94 Proben 33 mehr sandig, alle übrigen mehr schlammig, während einige wenige im wesentlichen aus Kohle bestanden, einige andere zum Teil aus Holz oder Klei (einer tonartigen Masse). An Beimengungen enthielten sie in 49 Fällen Pflanzenmaterial, sogenannten Darg, in 57 Fällen leere Schalen von Schnecken und Muscheln. Der Tiergehalt in der Gesamtheit des Materials, also etwa 23,5 Litern, war folgender:

Sphaeriiden	1850	*Chironomus*larven	72
Bithynia	102	*Gammarus*	4
Lymnaea	44	Tubificiden	7163
Valvata	100	Egel und andere Würmer	112
Lithoglyphus	4	Spongien und Bryozoen	3
Andere Schnecken	6	Fische (Aal)	1

Die Tiere insgesamt . . . 9461.

Die Würmer herrschen also ganz beträchtlich vor, nächst ihnen sind die Muscheln am häufigsten. Die größte Menge von Tubificiden im einzelnen Fang (Station 74 im Kuhwärder Vorhafen) betrug 885 auf 250 ccm, also etwa 3,5 auf 1 ccm. In 9 von 54 Fällen fehlten Tubificiden ganz. Im Durchschnitt für das ganze Gebiet kamen auf 1 Liter Bodenmaterial etwa 305 Tubificiden und 78 Sphaeriiden. Die Sphaeriiden fehlten in 35 von 94 Fällen. *Bithynia* fand sich in 18 Fällen, *Valvata* in 11, Egel kamen in 17, *Chironomus*larven in 12 Fällen von 94 vor.

Für die Lösung der Frage nach der Verbreitung der einzelnen Tiergruppen und für die kartographische Darstellung sollen hier nur die beiden wichtigsten von diesen berücksichtigt werden, da für die übrigen die weiterhin zu besprechenden Bodengreiferfänge bessere Auskunft geben.

Tabelle über den Tiergehalt in 94 Bodenproben von je 250 ccm aus dem oberen Hafengebiet vom November 1915 (und November 1916).

Fangnummer	Örtlichkeit	Gammarus	Chisonomidenlarven	Schnecken	Sphaeriiden	Tubificiden	Andere Würmer	Andere Tiere	Tubificiden : Sphaeriiden (vgl. S. 000)
1	Strom zwischen Elbbrücken, Mitte	—	—	—	—	—	—	—	00
2	Strom an der Altonaer Grenze, Mitte	2	—	—	—	15	—	—	t0
3	Strom oberhalb Altonaer Hafen, Mitte	—	—	—	—	1	—	—	t0
4	Nordufer zwischen Elbbrücken	—	—	1	—	2	s. h.	—	t0
5	Baakenhafen, Südostende	—	—	—	—	1	—	—	t0
6	Strandhafen, Stromseite?	—	—	—	3	>543	4	—	Ts
7	Grasbrookhafen, Südostende	—	—	—	—	18	—	—	t0
8	Schiffbauerhafen, Stromseite	1	—	10	95	108	15	—	Ts
9	Altonaer Fischmarkt	—	—	1	42	98	—	—	Ts
10	Südufer oberhalb Rothenburgsorter Fähre	—	—	1	—	—	—	—	—
11	„ „ Schanzengraben	1	—	—	3	3	2	2	ts
12	„ Dock vor Werfthafen	—	—	1	8	279	1	—	Ts
13	„ oberhalb Kohlenschiffhafen	—	6	—	3	69	—	—	Ts
14	Marktkanal, (S)	—	—	—	—	109	—	—	t0
15	Hofekanal, Mitte	—	—	—	1	2	—	—	ts
16	„ W	—	—	—	3	5	—	—	ts
17	Peutekanal, Mitte	—	10	—	5	38	—	—	Ts
18	„ Nordende	—	9	—	2	16	1	—	ts
19	Müggenburger Kanal, Mitte	—	—	1	5	—	—	—	0s
20	„ „ „	—	—	—	8	1	—	—	ts
21	„ „ „ (W)	—	—	—	—	—	—	—	00
22	Zollhafen, NO	—	17	61	86	72	—	—	ts
23	„ NO	—	6	—	2	12	—	—	ts
24	„ Mitte	—	—	—	2	34	—	—	Ts
25	„ N (W)	—	—	—	1	33	—	—	Ts
26	„ SW	—	—	1	9	14	—	—	ts
27	Moldauhafen, Südende	—	4	9	64	243	47	—	Ts
28	„ Ostende	—	—	12	141	52	4	—	tS
29	„ Südecke	—	—	49	441	238	—	—	tS
30	„ Nordmitte	—	—	3	51	43	2	—	ts
31	„ Südmitte	—	—	9	102	138	—	—	Ts
32	„ Nordwestende	—	—	40	176	26	2	—	tS
33	Spreehafen, Mitte	—	—	—	—	—	—	—	00
34	„ „	—	—	—	2	—	1	—	0s
35	„ „ (W von 33)	—	—	—	—	1	1	—	t0
36	„ „ (Südbucht)	—	—	2	—	8	—	—	t0
37	„ „ „	—	—	—	3	33	2	1	Ts
38	Veddelkanal, Ostende. (N von 33)	—	—	—	3	1	—	—	ts
39	„ Mitte	—	—	—	—	(11)	—	—	t0

Fangnummer	Örtlichkeit	Gammarus	Chironomiden-larven	Schnecken	Sphaeriiden	Tubificiden	Andere Würmer	Andere Tiere	Tubificiden : Sphaeriiden (vgl. S. 000)
40	Veddelkanal, Mitte	—	—	—	—	83	—	—	t0
41	„ „	—	—	—	13	56	—	—	Ts
42	„ W	—	—	—	—	—	—	—	00
43	„ W von 42	—	—	—	—	61	—	—	t0
44	„ W Ende	—	—	—	—	47	—	—	t0
45	Reiherstieg S	—	—	—	38	31	—	—	ts
46	„ bei Schleusenfleth	—	3	—	29	163	—	—	Ts
47	„ „ Stichkanal	—	—	—	3	4	—	—	ts
48	„ „ Ernst Augustkanal	—	—	—	2	18	—	—	ts
49	„ unterhalb d. Brücken	—	—	13	175	575	—	—	Ts
50	Guanofleth, Südende	—	1	1	5	185	—	—	Ts
51	„ ?	—	—	—	5	249	1	—	Ts
52	„ Nordende	—	—	5	25	65	—	—	Ts
53	Norderloch, O	—	—	1	28	114	—	—	Ts
54	„ W	—	—	—	20	146	21	—	Ts
55	„ Westende	—	—	1	6	17	—	—	ts
56	Fährkanal, Mitte	—	—	1	7	61	—	—	Ts
57	„ „	—	—	—	54	4	—	—	tS
58	„ „	—	—	4	91	144	—	—	Ts
59	„ Nordende	—	—	—	6	14	—	—	ts
60	Steinwärderkanal b. Greevenhofkanal	—	—	—	17	10	—	—	ts
61	„ Mitte	—	—	1	70	68	4	—	ts
62	Mittelkanal, Nordende	—	—	—	—	—	—	—	00
63	Nordersandfleth, Ostende	—	—	—	6	14	—	—	ts
64	Schanzengraben, Südende	—	—	—	42	395	1	—	Ts
65	„ Mitte	—	—	—	3	11	—	—	ts
66	Travehafen, Südende	—	—	—	—	—	—	—	00
67	„ Mitte	—	—	—	—	—	—	—	00
68	Ellerholzhafen, Ostende	—	—	—	—	—	—	—	00
69	„ Mitte	—	4	1	12	18	—	—	ts
70	Rosshafen, Südende	—	—	—	—	7	—	—	t0
71	„ Mitte	—	—	—	—	80	—	—	t0
72	„ Nordende	—	—	—	5	32	—	—	Ts
73	Alter Kohlenschiffhafen, Südende	—	1	1	6	20	—	—	ts
74	Kuhwärder Vorhafen, Mitte. S.	—	—	—	2	885	—	1	Ts
75	„ „ „ N.	—	—	—	1	4	—	—	ts
76	Kaiser Wilhelmhafen, Südende	—	—	—	—	5	—	—	t0
77	Kuhwärderhafen, Südende	—	—	—	—	12	—	—	t0
78	„ (N)Ostende	—	—	—	—	—	—	—	00
79	„ Mitte SO	—	1	—	—	83	—	—	t0
80	„ N Mitte	—	—	—	—	15	—	—	t0
81	„ Mitte NW	—	—	—	1	3	—	—	ts

Fangnummer	Örtlichkeit	Gammarus	Chisonomidenlarven	Schnecken	Sphaeriiden	Tubificiden	Andere Würmer	Andere Tiere	Tubificiden : Sphaeriiden (vgl. S. 000)
82	Kuhwärderhafen, Mitte NW	—	—	—	—	591	—	—	t0
83	„ N Westende	—	—	—	5	150	2	—	Ts
84	„ „ „	—	—	7	8	138	—	—	Ts
85	Werfthafen, Südende	—	—	—	—	41	—	—	t0
86	Kohlenschiffhafen, Südende	—	—	—	—	4	—	—	t0
87	„ Mitte	—	—	—	—	29	—	—	t0
88	„ „ N	—	—	—	—	79	—	—	t0
89	Neuhofer Kanal, Mitte O	—	1	—	31	87	1	—	Ts
90	„ „ „ W	—	—	7	74	38	3	—	(tS)
91	„ „ Westende	—	—	1	17	130	—	—	Ts
92	Köhlbrand-Fähre	—	—	1	6	22	—	—	ts
93	„ N	—	—	—	—	2	—	—	t0
94	„ Nordende	—	—	—	—	2	—	—	t0

In betreff der allgemeinen Verbreitung der Tiere gestattet die Tabelle und der beigefügte Kartenausschnitt (Fig. 5) einige Hauptregeln mit leidlicher Sicherheit abzulesen. Ich sage, mit leidlicher Sicherheit, denn eine klare Gesetzmäßigkeit ist den Umständen nach nicht zu erwarten. Die in dem Kartenausschnitt vorkommenden Stationen sind im Druck hervorgehoben. Zur weiteren Orientierung mag auch die Karte Fig. 6 dienen. Es ergibt sich hauptsächlich folgendes:

Die Mitte des Stromes ist sehr arm an Tieren, die Seitengebiete sind oft wesentlich reicher (vgl. Stat. 1, 2, 3 mit 8, 9, 12, 13. Bei 6 ist die Fangstelle unsicher).

Arm oder sehr arm sind auch die dem Strom am fernsten gelegenen Gebiete (z. B. 19—26, 33—37, 66—73, 86).

Besonderen Reichtum zeigen stellenweise gewisse nicht allzuweit vom Strome abgelegene und etwas durchströmte Hafenbecken (Kuhwärder Vorhafen 74, Kuhwärder Hafen 82, Moldauhafen 27—32. Über den Reiherstieg s. u.).

Die inneren Enden langgestreckter, blind geschlossener Häfen pflegen, auch bei Reichtum der äußeren Teile, arm zu sein (Grasbrookhafen 7, Baakenhafen 5, Kuhwärder Hafen 77 u. 78 u. a.).

Nahe den Sielmündungen an Staustellen oder besonders tief ausgebaggerten Stellen (z. B. bei Schwimmdocks) kann es zu besonderer Anreicherung kommen (Stat. 12, 50, 51, 64).

Besondere Verhältnisse bestehen augenscheinlich an den Reiherstieg-

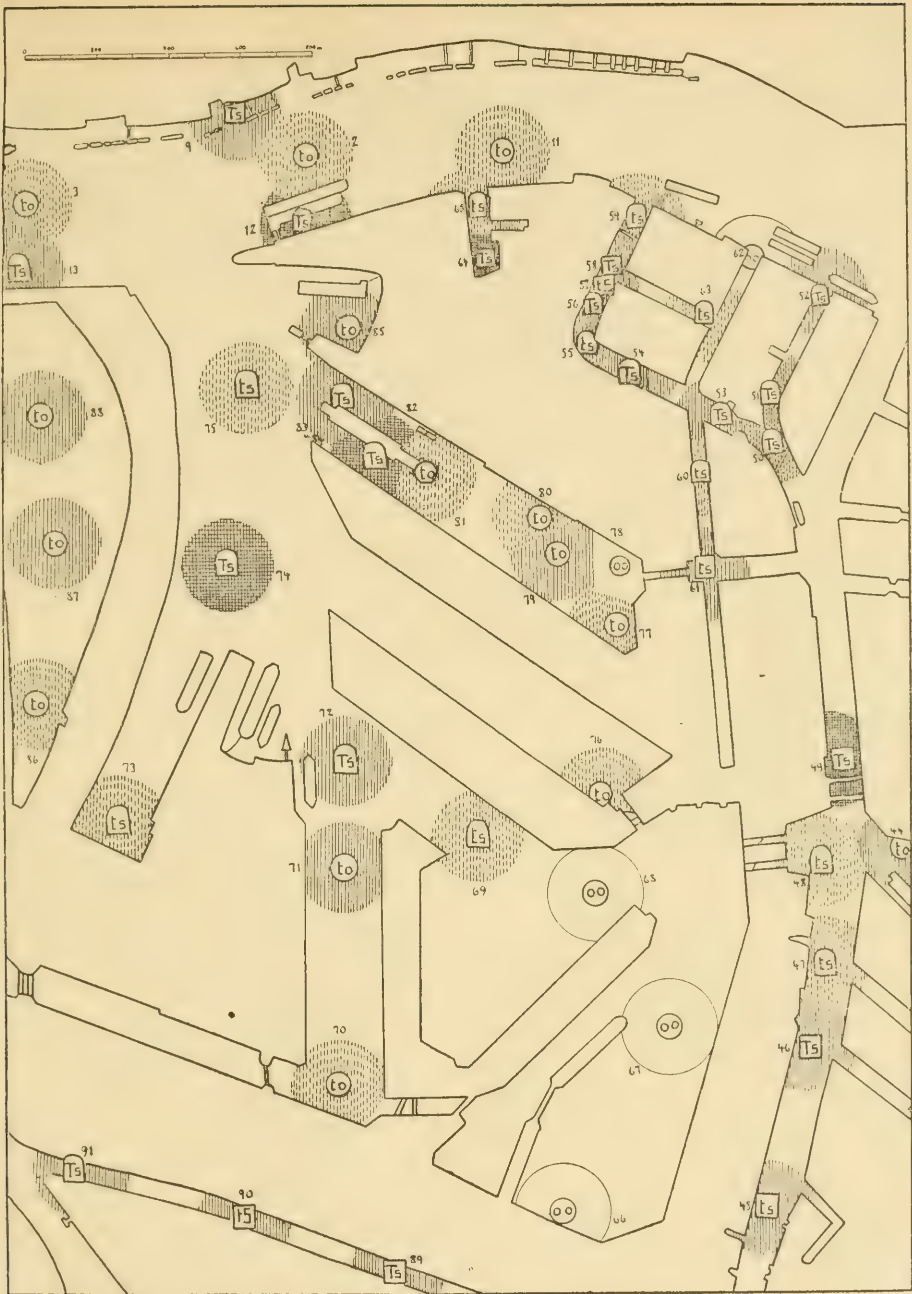


Fig. 5.

Karte der Verbreitung der Sphaeriiden und Tubificiden im Gebiete der Kuhwärder Häfen und des Reiherstiegs. T und t bedeuten Tubificiden, S und s Sphaeriiden. Ts bedeutet mehr T als s, ts bedeutet ebensoviel t wie s. 0 bedeutet „fehlt“ usw. Umrahmungen der Buchstaben: Kreis bedeutet s fehlt, Rundbogen bedeutet s 1—25, Quadrat bedeutet s mehr als 25 auf 250 ccm. Flächendarstellung: weiß bedeutet t fehlt, Strichelung bedeutet t 1—25, Schraffierung bedeutet t 26—175, Schraffierung mit Punkten bedeutet t 176—275, kreuzweise Schraffierung bedeutet t mehr als 275 auf 250 ccm. Die Nummern entsprechen den Fangnummern der Tabelle S. 100 ff., aus der sich auch (ebenso wie aus Fig. 6) die Ortsnamen ergeben.

brücken (Stat. 49), wo ein auffallender Tierreichtum herrscht. Das dürfte auf den Einfluß des zwischen den Brücken mündenden Siels zurückzuführen sein, das die Abwässer des südlichen Hafengebiets, also besonders auch der großen, während des Krieges besonders stark bewirtschafteten Werftanlagen, abführt. Ich habe schon bei der Besprechung des Bewuchses (S. 76) auf diesen Verunreinigungsherd und die biologischen Erscheinungen seiner Umgebung hingewiesen.

Von Sphaeriiden fanden sich, wenn sie überhaupt vorkamen, nicht über 25 in 250 ccm Bodenmasse in den äußeren Teilen des Kuhwärder Hafengebietes und in dem ganzen Kanal- und Hafenzug vom Reiherstieg bis zur Müggenburger Schleuse. Über 25 auf 250 ccm lebten in dem Kanalsystem des Reiherstieggebiets und dem Neuhofer Kanal, also rings um das Kuhwärder Gebiet herum. Werte von mehreren Hunderten auf 250 ccm erreichten sie nur im Moldauhafen (Stat. 29).

Die Tubificiden hatten Werte von 300 und mehr auf 250 ccm (also mehr als 1 auf 1 ccm) nur in den mittleren Teilen des Kuhwärder Hafengebietes (Stat. 74 und 82), im Schanzengraben (Stat. 64, vgl. auch 6) und bei den Reiherstiegbrücken (Stat. 49). Werte zwischen 100 und 300 hatten sie außerdem nur in den Seitenteilen des Stromes und den stromnahen Häfen und Kanälen.

Ein besonders anschauliches Bild der Verteilung der Sphaeriiden und Tubificiden im Hafengebiet ergibt sich, wenn man für alle Fänge die Häufigkeit beider Tiertypen vergleichend betrachtet. Ihr Verhältnis zueinander ist hier in der Weise festgestellt worden, daß die Einzelwerte der Tabelle auf ganze Fünfziger abgerundet und die so vereinfachten Zahlen unter Behandlung der 50 als Einheit miteinander verglichen worden sind (vgl. die Tabelle und Fig. 5 nebst Zeichenerklärung).

Unterscheidet man, ohne auf die speziellen Zahlenverhältnisse einzugehen, nur drei Hauptfälle, nämlich das „Gleichgewicht“ beider Arten von dem „Überwiegen“ der einen und dem der anderen Art, und außerdem drei Grenzfälle des „Fehlens,“ entweder der einen oder der anderen Art, oder beider, so kommt ein charakteristisches Bild heraus. Wenn auch die beiden Tierformen nicht nur dem Grade, sondern auch der Art nach verschieden reagieren und ferner die neben den Verunreinigungen noch wirksamen Faktoren eine wesentliche und für beide verschiedene Rolle spielen, so scheinen in dem vorliegenden Falle doch die Grade der Verunreinigung des Bodens in der Hauptsache ausschlaggebend zu sein.

Man wird daher den Zustand der Verunreinigungen beurteilen können, je nachdem, ob beide Tierformen vorhanden sind, oder nur eine von ihnen, oder gar keine, und ob die eine oder die andere vorherrscht. Es ist anzunehmen, daß der auf beide Tiergruppen wirkende Faktor der Verunreinigung bei dieser Darstellungsweise derart deutlich zum Ausdruck

kommt, daß die Wirkungen anderer, nur auf eine von ihnen wesentlich einwirkender Faktoren dadurch verdeckt werden.

Aus der Tabelle und dem Kartenausschnitt ergibt sich nun hauptsächlich folgendes, bei dessen Besprechung ich die beiden Tiertypen mit ihrem Anfangsbuchstaben bezeichne:

1. *Weder t noch s.* Das vollständige Fehlen kommt an zwei ganz verschiedenen Stellen vor, einerseits im Oder- und Travehafen, also im innersten Winkel des Kuhwärder Hafengebietes, andererseits mitten im Strom zwischen den Elbbrücken. Beides wird dieselbe Ursache haben, nämlich den Mangel an Ablagerungen, der allerdings an beiden Stellen aus ganz entgegengesetzten Bedingungen folgt: einerseits aus zu starkem Wasserwechsel (Strömung), andererseits aus zu schwachem (Stagnieren).
2. *t allein.* Dieser Fall ist höchst charakteristisch für die inneren Enden geschlossener Häfen (Kohlenschiffhafen, Roßhafen, Kaiser Wilhelm Hafen, Kuhwärder Hafen, Werfthafen, Grasbrookhafen, Baakenhafen und Marktkanal), ferner für einen Teil der Strommitte gleich unterhalb der Sielmündungen sowie für den Köhlbrand. Er findet sich ferner im Neuhofer und Veddelkanal. Diese Fälle (außer den schwer zu erklärenden letztgenannten) schließen sich wohl an die unter 1 genannten Extreme an. Fehlen von Sphaeriiden dürfte wohl am ehesten durch Nahrungsmangel oder richtiger durch die Unmöglichkeit, sich Nahrung zuzuführen, zu erklären sein. Denn der Mangel an Sauerstoff und sonstige Abwasserschädigungen würden im Köhlbrand nicht zutreffen können. Es ist natürlich auch möglich, daß an den beiden entgegengesetzt beschaffenen Örtlichkeiten verschiedene Faktoren wirksam sind, aber es ist unwahrscheinlich.
3. $t > s$. Dieser Fall des Überwiegens der Tubificiden ist in den mittleren Teilen des Kuhwärder Hafengebietes und einem Teil der davorgelagerten Norderelbe die Regel. Er kommt im Moldauhafen stellenweise vor, ist im übrigen aber selten. Die Maximalentwicklung der Tubificiden fällt meist in dies Gebiet, da in den inneren Winkeln der Häfen, wo Sphaeriiden ganz fehlen, ihre Zahl meist keine sehr große ist. Vielleicht darf man diesen Fall mehr als alle anderen als Kennzeichen für das Gebiet stärkerer Ablagerung von Sielresten, d. h. stärkerer Bodenverunreinigung „als Vorgang“ betrachten.
4. $t = s$. Man muß sich hüten, diesem Falle des „Gleichgewichts“, der in der Reihe der möglichen Fälle rein mathematisch angesehen, eine Mittelstellung einnimmt, eine andere Bedeutung beizulegen, als den anderen Fällen. Ihn etwa als den „Normalfall“ zu betrachten, liegt gar kein Grund vor, weder für das Hafengebiet allein noch für die Elbe im ganzen. Auch die Bedeutung eines Durchschnittswertes hat

er nicht. Er findet sich vorwiegend verwirklicht in den seitlichen Teilen des Strombettes, welche nicht allzunahe den Sielmündungen liegen, in verschiedenen Teilen des Reiherstiegs und der benachbarten Kanäle, in ausgedehnten Teilen des Kanal- und Hafenzuges zwischen dem Reiherstieg und der Müggenburger Schleuse und in einem Teil des Kuhwärder Vorhafens. In einer sehr großen Zahl von Fällen (23 von 94) bleiben die Werte für beide Tiergruppen gleichzeitig zwischen 1 und 25 Individuen auf 250 ccm, d. h. der Fall des „Gleichgewichts" trifft sehr häufig mit Armut auf beiden Seiten zusammen. Auch in dem vorbesprochenen Gebiete (t > s) überschritten die Sphaeriiden im allgemeinen die Zahl 25 nicht.

5. s > t. Dies ist der durchschnittliche Zustand im Moldauhafen und vermutlich ebenso im Segelschiffhafen, Hansahafen und Saalehafen. Im Neuhofer Kanal kam er nur an einer Stelle vor. In seinem Bereich liegt das Hauptgedeihgebiet der Muscheln.

6. s allein. Dies Verhalten wurde im Spreehafen und Müggenburger Kanal festgestellt, also in den reinsten Teilen der oberen Hafengebiete. Wahrscheinlich würde man bei Entnahme zahlreicher Proben in diesem Gebiete auch den vorigen Fall, s > t, häufiger finden. Im Bereiche dieser beiden letzten Fälle dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach der Normalzustand der nicht verunreinigten Elbe in ihren seitlichen Teilen und Nebengewässern liegen. Der Normalzustand der Strommitte wird unzweifelhaft dem ersten Falle (weder t noch s auf 250 ccm zu erwarten) entsprechen.

Nach der Gesamtheit der über diese Versuchsreihe angestellten Überlegungen scheint mir für die Beurteilung der Ausbreitung der Verunreinigungen auf zwei Dinge besonders zu achten zu sein:

1. auf die Lage der Hauptgedeihgebiete der Tubificiden und Sphaeriiden,
2. auf die Lage der Grenzen zwischen den sechs soeben besprochenen Gebieten, welche durch das Mengenverhältnis der beiden Tiertypen zueinander bestimmt werden.

Die Lage der Grenzen ist für die ersten der sechs Gebiete infolge der mannigfaltigen baulichen und Strömungsverhältnisse ziemlich kompliziert. Die Grenzen des Gebietes 5 gegen 4 haben wahrscheinlich einen etwas weniger wirren Verlauf. Ich habe ihre Lage, z. T. unter Berücksichtigung auch anderer, weiter unten zu besprechender Fänge, in die Hafenkarte Fig. 6 einzuzeichnen versucht. Eine regelmäßig von Zeit zu Zeit wiederholte Untersuchung der Lage dieser Grenzen, also der Linien, an denen ein Überwiegen der Sphaeriiden über die Tubificiden beginnt, würde vielleicht eines der Mittel sein, mit denen festgestellt werden könnte, ob das Verunreinigungsgebiet sich weiter ausdehnt oder nicht.

Das Hauptgedeihgebiet liegt für die Würmer — wie längst bekannt ist — näher an den Sielmündungen als für die Muscheln. Wahrscheinlich

würde es bei dem hier stattfindenden Verdünnungsgrade der Sielwässer fast unmittelbar an den Mündungen liegen, wenn nicht andere Umstände, besonders die Strömungen, das verhinderten. Das Hauptgedeihgebiet der Muscheln scheint einerseits durch einen gewissen Reichtum an Nahrung bestimmt zu werden, andererseits jedoch nicht in der nahrungsreichsten, engsten Sielzone zu liegen, wo das Gedeihen durch irgendwelche Umstände, etwa Sauerstoffmangel, Giftwirkung, Konkurrenz mit den Tubificiden, gehemmt wird. Eine gewisse, nicht zu starke Strömung ist ihnen augenscheinlich günstig.

So verwirrend auch nach diesen Ergebnissen die Verbreitungsverhältnisse der Bodentiere im Hafengebiet sind, es scheint sich doch eine Hauptregel über ihre Abhängigkeit von den Verunreinigungen herauszustellen, die nicht nur durch die hier besprochene Untersuchungsreihe, sondern auch durch das Folgende vielfach bestätig wird. Die Regel ist die, daß maßgebend für die Verbreitung der Bodentiere weniger die „Verunreinigung“ des Wassers oder des Bodens als solche ist, als die Menge des sich ablagernden nahrhaften Detritus. Die höchsten Zahlen, zumal für die Schlammwürmer, finden sich da, wo durch reichlichen Wasserwechsel, aber nicht sehr starke Strömung, Zufuhr und Ablagerung besonders begünstigt sind. Eine Verminderung der Tiere von einem Punkte zum anderen wird bald auf den Mangel an nahrhaftem Detritus, wie er im reineren Wasser herrscht, bald auf den Mangel an Ablagerungsvorgängen, sei es im stark bewegten Wasser des offenen Stroms, sei es in dem zu wenig bewegten Wasser geschlossener Becken, zurückzuführen sein.

Da die hier besprochene Untersuchungsreihe zu der Vermutung Anlaß gab, daß an vielen Stellen der Elbe schon auf einer Bodenfläche von etwa 20 qcm genug Tiere leben, um die betreffende Örtlichkeit biologisch zu kennzeichnen, habe ich im Anschluß daran den Versuch gemacht, mit einem sogenannten Schlammstecher quantitative Bodenproben zu gewinnen. Das Instrument (vgl. KOLKWITZ 1911, S. 280) bohrt sich mit einer beschwerten Eisenröhre von 2,5 cm Weite in den Grund und sticht einen Zylinder der Bodenmasse von etwa 5 qcm Grundfläche heraus. Das so gewonnene Material hat den Vorteil, nicht nur, wie bei den vorbesprochenen Versuchen, eine bestimmte Schlammasse auszumachen, sondern auch einer bestimmten Fläche des Grundes zu entsprechen. Leider versagt das Instrument im Untersuchungsgebiet so oft, daß nur wenig bei seiner Benutzung herausgekommen ist. Weder für Sand noch für losen Schlamm genügt die Reibung in der Röhre zum Festhalten. Abgesehen von vereinzelten Proben aus verschiedenen Gebieten wurde nur längs des Nordufers der Elbe, etwa vom Parkhotel bis unterhalb Schulau, eine zusammenhängende Reihe brauchbarer Proben gewonnen. Da sie nahe am Ufer entnommen waren,

will ich sie weiter unten zusammen mit dem faunistisch durchaus gleichartigen Material aus dem Schorregebiet dieser Strecke behandeln. (Siehe S. 134.)

Die zweite quantitative Untersuchungsreihe, die hier zu besprechen ist, beruhte auf der Benutzung des von Dr. G. C. J. PETERSEN in Nyborg auf Fühnen konstruierten Bodengreifers (vgl. PETERSEN 1914). Das ist ein Instrument von der Einrichtung eines Greifbaggers, das eine Fläche von 1/10 qm in sehr regelmäßiger Weise aus dem Boden heraushebt. Das so gewonnene Material wird durch Siebe von verschiedener Weite gespült, so daß die Tiere zurückbleiben und gezählt sowie anderweitig genauer untersucht werden können. Über die bisher mit dem Bodengreifer im Verunreinigungsgebiet ausgeführten Fänge gibt die beigefügte Tabelle Auskunft.

Die Fänge verteilen sich in ziemlich gleichmäßiger Weise über das ganze Hafengebiet von den Elbbrücken bis Finkenwärder und etwas unregelmäßiger weiter abwärts bis in die Breite von Blankenese. Gewöhnlich wurde nur ein einziger Fang an der einzelnen Stelle gemacht (während PETERSEN in der Ostsee je zehn Fänge zu machen pflegt), weil der Tierreichtum im allgemeinen so groß ist, daß an vielen Stationen schon die Verarbeitung eines einzigen Fanges sehr zeitraubend ist. Ein richtigeres Bild würde sich ohne Zweifel ergeben, wenn man mittels eines weniger fassenden Apparates mehrere Proben in der Umgebung des zu untersuchenden Punktes greifen würde. Die Mehrzahl der Bodenproben wurde im Mai und Juni entnommen, einige wenige aber im November und Dezember. Wahrscheinlich ist das ein Unterschied, der nicht unwesentlich ins Gewicht fällt, denn nach den allgemeinen Erfahrungen scheinen im Herbst viele Sphaeriiden abzusterben.

Ich analysiere zunächst die Tabelle nach der Verbreitung der einzelnen Arten und Artengruppen. Die beigefügte Karte (Fig. 6), auf der die relative Häufigkeit der verschiedenen Tiergruppen an den Fangstellen graphisch dargestellt ist, wird die Verhältnisse zu klarer Anschauung bringen.

Fische werden naturgemäß mit dem Bodengreifer nicht leicht gefangen. Trotzdem finden sich Jungfische in nicht weniger als 10 Fängen, d. h. in 20 % aller Fänge. Das deutet auf einen verhältnismäßig bedeutenden Fischreichtum des Bodens hin. Sehr charakteristisch ist die Verbreitung dieser jungen Stinte, Flundern und Aale; sie haben sich alle im Bereich des Köhlbrandwassers gefunden, nämlich im Köhlbrand selbst, im Roßhafen (vgl. darüber die Besprechung der Chironomidenlarven), in dem Waltershofer Hafengebiet und im Mündungsgebiet der alten Süderelbe und Este. Ob für diese Verteilung die Reinheit des Wassers oder die Nahrungsverhältnisse (z. B. der Reichtum an Chironomidenlarven in einem Teil des Gebietes) vorwiegend ausschlaggebend sind, vermag ich nicht zu entscheiden. — Das Vorkommen einiger Fischeier im Altonaer

Hafen dürfte wohl zufällig sein, da nicht anzunehmen ist, daß gerade dort Fische laichen.

Neomysis vulgaris wurde ein einziges Mal im Gebiete der Estemündung gefangen. Nach den allgemeinen Erfahrungen ist dieser vereinzelte Fall nicht bedeutungslos, denn in der Tat liegt in der Bucht unterhalb Finkenwärder und zumal längs des Südufers das Hauptverbreitungsgebiet dieses Krebses, der dort im Brutnetz gewöhnlich massenhaft gefangen wird und auch in den Grundnetzen nicht selten ist. Er scheint das reine Wasser zu bevorzugen, doch habe ich daraufhin noch keine eingehenden Untersuchungen angestellt.

Gammarus, eines der am regelmäßigsten auftretenden Tiere, hat eine ziemlich charakteristische Verbreitung. In den sonst so armen Grundfängen aus der Strommitte, sowie auch in der Mitte des Köhlbrands, im ganzen an 12 Stationen, tritt er, einen Fall ausgenommen, regelmäßig auf. Er kommt aber auch in der Mehrzahl der übrigen vor, meistens in geringer Zahl, in einigen Fällen, wie im Binnenhafen, dem Reiherstieg und der Estemündung, jedoch zu Hunderten auf $^1/_{10}$ qm. Eine gewisse Strömung scheint ihn zu begünstigen, während er in den blind geschlossenen Hafenbecken zu fehlen pflegt. In den Waltershofer Häfen ist er jedoch auch regelmäßig vorhanden. Es wäre denkbar, daß er am Stromgrunde (auch im Reiherstieg) zwischen Sand und Kies Sielabfälle und Abwasserpilze frißt, in den Waltershofer Häfen aber sich, ähnlich wie die Chironomidenlarven, von den dort massenhaft lagernden Pflanzenresten nährt.

Asellus, die Wasserassel, wurde ein einziges Mal im Binnenhafen gefangen. Das in stehenden Gewässern und auch in geschützten Buchten an der Elbe meist häufige Tier ist auch nach den allgemeinen Erfahrungen im Hafengebiete selten.

Chironomidenlarven fanden sich in mehr als der Hälfte der Fälle doch meist nur in geringer Zahl. Sehr auffallend ist es, wie der Hafenzug vom Roßhafen über den Roßkanal und Köhlbrand zum Rugenberger Hafen und durch den Waltershofer Hafen zum Parkhafen durch seinen Reichtum an Chironomidenlarven gekennzeichnet wird (vgl. Fig. 6). Besonders in den innersten, ruhigsten Hafenbecken ist dieser Reichtum verhältnismäßig bedeutend (40—200 auf 1000 qcm). Im Köhlbrand hat die Station unterhalb der Fähre 31 Chironomidenlarven ergeben, eine Zahl, die für das strömende Gewässer sehr hoch ist. Es handelt sich dort augenscheinlich um ein Nest verhältnismäßig reichen Tierlebens, wie auch die Befunde über die anderen Organismen es annehmen lassen. Besonders auffallend ist es, daß die Zahl der Puppen an dieser Stelle das absolute Maximum erreicht. Die ganze Lage dieses eigenartigen Gebietes macht es wahrscheinlich, daß die Modifikation der Bodenfauna in ihm unter dem Einfluß des Köhlbrands entstanden ist, dessen Wasser wohl zu allen genannten

Tabelle über den Gehalt an makroskopischen Tieren

Gruppennummern	Fangnummer:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Örtlichkeit	Strom vor Strandquai	Strom über Elbtunnel	Strom vor Fischmarkt Altona	Strom oberhalb Landungsbrücke Altona	Strom vor Kuhwärderhäfen	Strom vor Neumühlen	Strom vor Parkhotel	Strom vor Nienstedten	Strom vor Mühlenberg
	Datum [1915 u.] 1916:	[12. XI.]	8. VI.	26. V.	30. V.	26. V.	8. VI.	8. VI.	8. VI.	8. VI.
	Osmerus eperlanus	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Pleuronectes flesus	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Anguilla anguilla	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	Fische (alle)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Neomysis vulgaris	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Gammarus zaddachi	12	(2)	1	3	14	42	3	—	1
	Asellus aquaticus	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Crustaceen (alle)	12	(2)	1	3	14	42	3	—	1
	Chironomidenlarven	5	—	—	1	1	1	—	—	1
	„ puppen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Andere Insekten	—	—	—	1	—	2	—	—	—
3	Tracheaten (alle)	5	—	—	2	1	3	—	—	1
4	Lymnaea ovata	3	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Viviparus	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Bithynia	1	0,3	—	—	—	—	—	—	—
7	Valvata	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Lithoglyphus [u. a.]	8 [+9]	—	—	—	—	—	—	—	—
	Schnecken (alle)	21	0,3	—	—	—	—	—	—	—
9	Sphaerium corneum	5083	(2)	—	—	—	—	—	—	—
10	„ solidum	35	—	—	—	—	—	—	—	—
11	„ lacustre [u. a.]	[3]	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Pisidium	185	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sphaeriiden (alle)	5306	(2)	—	—	—	—	—	—	—
13	Tubificiden	3130	(1)	47	131	59	7	10	2	1
14	Hirudineen	6	—	—	—	1	—	—	—	1
15	Andere Würmer	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	Hydroidenstöckchen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
I	Volksstärke	8471	5,3	48	136	75	52	13	2	4
II	Mannigfaltigkeit	11	3	2	3	4	3	2	1	4
III	Höchstgedeihen	60	38	98	96	78	81	77	100	25
IV	Durchschnittsgedeihen	4,7	0,5	0,01	0,05	0,1	0,3	0,02	0,0001	0,03

in 50 Bodengreiferproben von je $^1/_{10}$ qm Flächengröße.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Oberhafen, Ponton 1, oben	Oberhafen, Ponton 2, außen	Binnenhafen bei Brooksbrücke	Baakenhafen	Grasbrookhafen	St. Pauli-Fischhalle	Altona, zwischen Landungsbrücke und Fischhalle	Altonaer Hafen, Unterende	Wittenbergen, Buhnenfeld	Spreehafen, Mitte	Moldauhafen, Mitte	Hansahafen, Mitte	Alter Petroleumhafen. Ende	Grenzkanal, Mündung des Querkanals	Reiherstieg, Mündung des Querkanals	Kuhwärder Vorhafen
[17. VI.]	[17. VI.]	8. VI.	6. VI.	30. V.	30. V.	26 V.	30. V.	[29. VI.]	V. 12.	6. VI.	8. VI.	8. VI.	8. VI.	8. VI.	26. V.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	339	—	—	(—)	(6)	104	4	—	—	2	2	—	172	2
—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	339,5	—	—	(—)	(6)	104	4	—	—	2	2	—	172	2
—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—
1	6,5	25	—	—	—	—	—	—	1	383	117	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	5	—	—	—	—
—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	42	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	4	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47[+1]	—	—	—	—	—
1	6,5	30	—	—	—	—	—	—	7	474	126	—	—	—	1
135	452	4823	31	—	—	(2406)	—	—	1075	5592	1899	6	—	28	456
—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1	19	—	—	—	(36)	—	—	—	40	—	—	—	—	—
—	—	16	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	3	—
135	453	4863	32	—	—	(2442)	—	—	1075	5634	1899	6	—	31	456
135	150	662	981	1235	11100	11150	116500	11059	243	3580	419	1358	5205	60	10268
62	55	249	—	1	—	(8)	5	—	9	47	16	3	1	2	4
(409)	(152)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
766	828	6154	1015	1236	11100	13606	116609	11061	1334	9734	2464	1370	5206	265	10731
6	6	10	4	2	1	5	3	2	6	9	8	5	2	5	5
53	55	78	97	100	100	82	100	100	80	57	77	99	100	65	96
7,5	3,8	8,2	0,06	0,06	0,4	3,2	4,4	0,4	3	18	5,3	0,1	0,2	1	0,6

Gruppennummern	Fangnummer:	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	Örtlichkeit	Kuhwärderhafen, Mitte	Kaiser Wilhelm Hafen (Mai)	Kaiser Wilhelm Hafen (November)	Ellerholzhafen	Roßhafen, außen	Roßhafen, innen	Köhlbrand, Köhlfleth mündung	Köhlbrand, unterhalb Fähre	Köhlbrand, Mündung
	Datum [1915 u.] 1916:	[26. XI.]	26. V.	[26. XI.]	26. V.	26. V.	26. V.	30. V.	30. V.	30. V.
	Osmerus eperlanus	—	—	—	—	—	—	0,5	1	0,7
	Pleuronectes flesus	—	—	—	—	—	—	—	2	—
	Anguilla anguilla	—	—	—	—	—	1	—	—	—
1	Fische (alle)	—	—	—	—	—	1	0,5	3	0,7
	Neomysis vulgaris	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Gammarus zaddachi	—	1	—	—	—	15	5,5	77	1,7
	Asellus aquaticus	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Crustaceen (alle)	—	1	—	—	—	15	5,5	77	1,7
	Chironomidenlarven	6	2	2	1	43	191	1,5	31	2
	„ puppen	—	—	—	—	—	3	—	13	—
	Andere Insekten	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—
3	Tracheaten (alle)	6	2	2	1	43	194	1,5	44,5	2
4	Lymnaea ovata	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Viviparus	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Bithynia	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Valvata	3	2	1	1	—	—	—	—	—
8	Lithoglyphus [u. a.]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Schnecken (alle)	3	2	1	1	—	—	—	—	—
9	Sphaerium corneum	125	44	101	24	7	1	1,5	28	—
10	„ solidum	—	—	—	—	—	—	—	16	—
11	„ lacustre	—	4	—	1	8	—	—	—	—
12	Pisidium	—	1	—	15	1	—	2,5	38	—
	Sphaeriiden (alle)	125	49	101	40	16	1	4	82	—
13	Tubificiden	542	2033	1186	2110	1008	537	6,5	(>) 48	2,3
14	Hirudineen	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—
15	Andere Würmer	—	—	—	—	—	—	—	2	—
16	Hydroidenstöckchen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
I	Volksstärke	676	2087	1290	2152	1067	748	18	257	5,7
II	Mannigfaltigkeit	4	7	4	6	5	5	5	8	3
III	Höchstgedeihen	80	97	92	98	95	72	36	30	40
IV	Durchschnittsgedeihen	0,3	0,4	0,1	0,2	0,4	2,7	0,4	2,9	0,5

35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	1 bis 50	
Rugenberger Hafen, hinten	Waltershofer Hafen, hinten	Waltershofer Hafen, Eingang	Athabaskahöft, am Ponton	Parkhöft, am Ponton	Yachthafen	Köhlfleth	Mühlenberger Loch, Tonne D	Alte Süderelbemündung, Tonne 2	Alte Süderelbemündung, Tonne 3	Alte Süderelbemündung, Tonne 5	Vor Neuenfelde	Cranz (Este), am Ponton	Estemündung	Vor Estemündung	Bei Tonne Este	Gruppensummen	Gruppenmittel
2. VI.	2. VI.	2. VI.	2. VI.	2. VI.	7. XII.	10. III.	3. VI.	3. VI.	3. VI.	3. VI.	3. VI.	3. VI.	3. VI.	3. VI.	3. VI.		
—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—
—	1	—	1	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	(1)	—	11	0,22
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
2	1	4	1	2	—	—	—	5	—	3,5	4	(293)	8	32	2	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1	4	1	2	—	—	—	5	—	3,5	4	(293)	8	33	2	1168	23,36
203	177	14	10	46	—	—	—	3	0,5	—	1	(4)	2	—	—	—	—
—	1	1,5	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	(1)	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
203	178	15,5	10	46,5	—	—	—	3	0,5	—	1	(5)	3	—	—	780	15,6
—	—	—	—	0,5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	538	10,76
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	11	0,22
—	—	—	—	0,5	—	19	—	—	2	2	—	—	1	0,5	—	73	1,46
—	6	—	5	3	2	246	—	6	—	—	—	—	—	0,5	—	283	5,66
—	—	—	—	0,5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57	1.14
—	6	—	5	4,5	2	268	—	6	2	2	—	—	1	1,5	—		
—	—	—	20	224	467	644	—	31	2	78	6	(43)	890	1	36	24742	495,8
—	—	—	—	—	—	—	8	369	31	123	90	—	259	5,5	51	993	19,86
—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—	1	116	2,32
—	—	—	0,5	76	—	20	—	73	5	59	223	(24)	483	33	94	1355	27,10
—	—	—	21	300	467	664	8	475	38	260	319	(67)	1633	40	182		
459	250	1482	2335	3254	(1000)	110	42	220	19	173	921	(123)	552	210	36	196150	3923
—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	473	9,46
—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	566	11,32
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	(27)	2	—	—	65	1,3
664	436	1502	2373	3610	1469	1042	51	709	62,5	439	1246	514	2208	285	220	Erklärung hierzu auf S. 119	
3	5	3	6	8	3	8	3	8	6	6	7	6	9	5	6		
69	57	99	98	90	68	62	84	52	51	39	74	57	40	74	43		
1.7	2.3	0,2	0,9	1.7	0,2	8.3	0,05	3	0,3	1,3	2,3	4.3	4.5	0.7	0,8		

Hafenbecken mehr Zugang hat, als das Wasser der Norderelbe. Man muß dabei die linke Hälfte des Elbstroms unterhalb der Köhlbrandmündung als in der Hauptsache, besonders während der Ebbe, mit Köhlbrandwasser erfüllt denken. Bemerkenswert ist dazu auch, daß am oberen Ende der alten Süderelbe bei Moorburg LOHMANN am 25. Juli 1913 *Chironomus*larven in großer Masse gefunden hat. Von anderen, vielleicht mit diesen Befunden zusammenhängenden Erscheinungen ist nur die Art des Vorkommens der Sphaeriiden zu erwähnen. Sie finden sich an den Orten maximaler Chironomidenentwicklung nicht oder nur sehr spärlich (0 bis 1). Im Waltershofer Hafengebiet wurden sie nur an den beiden Stationen neben dem Eingang, im Parkhafen, gefunden. Da die genannten Häfen neu sind, so ist es wohl möglich, daß sich diese Verhältnisse noch ändern werden, daß die Sphaeriiden speziell sich noch weiter ausbreiten und reicher entwickeln.

Schnecken. Sie scheinen sich in vieler Beziehung ähnlich wie die Sphaeriiden zu verhalten. Abgesehen von dieser Übereinstimmung zeigen sie wenig charakteristische Züge. Die höchste vorkommende Schneckenzahl findet sich, ebenso wie die höchste vorkommende Sphaeriidenzahl, im Moldauhafen. In den Fällen, wo über 1000 Sphaeriiden vorhanden sind, findet man auch die Schnecken zahlreich, ausgenommen in der Estemündung, wo allerdings auch die hohe Zahl der Muscheln nur durch sehr viele ganz junge Tiere erzeugt wird. Dem Fehlen der Muscheln an den meisten Stromstationen entspricht das Fehlen der Schnecken. Eine sehr hohe Schneckenzahl tritt ferner im Köhlfleth vor Finkenwärder auf, wo der sehr schlammige, aber wohl wenig durch Sielwässer verunreinigte Grund besonders an *Valvata* sehr reich ist. Charakteristische Einflüsse der Verunreinigungen werden nirgends erkennbar.

Sphaeriiden. Die Verbreitung dieser nächst den Schlammwürmern bei weitem häufigsten Tiere ist ziemlich charakteristisch, auch in bezug auf die Verunreinigungen und ihre Ausbreitung in der Elbe.

In der Mitte des Strombettes fehlen sie (auf den untersuchten Flächen von $^1/_{10}$ qm) gewöhnlich ganz, was wohl eine Folge der starken Strömung ist, die ihnen die Ansiedelung nicht gestattet. Nur in der Breite des Strandquais kommen sie in auffallender Häufigkeit vor. Diese Ausnahme könnte möglicherweise, worauf mich Prof. LOHMANN aufmerksam machte, damit zusammenhängen, daß das Bett der Elbe hier unterhalb der Elbbrücken plötzlich sehr vertieft ist, da der Strom von hier an im Interesse der Schiffahrt auf eine wesentlich bedeutendere Tiefe ausgebaggert wird, als er weiter oben hat. Es wäre denkbar, daß die dadurch gebildete Einsenkung eine ruhige Stätte mit reicher Nahrungszufuhr darstellt, an der sich ein üppiges Tierleben entwickeln kann.

An der Nordseite des Stromes sind sie sehr reichlich im Binnenhafen vertreten, fehlen aber oder sind selten an den Innenenden der blind ge-

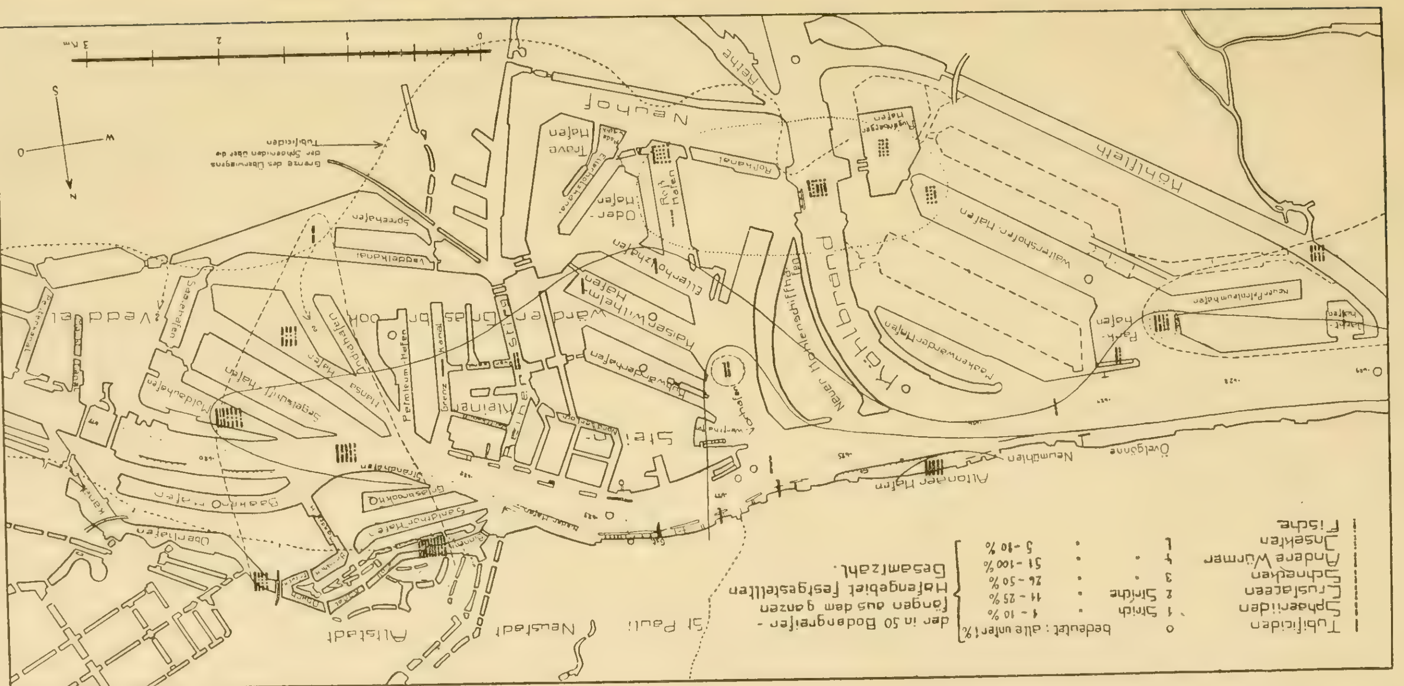


Fig. 6.
Karte des Hamburger Hafens mit Darstellung der relativen Häufigkeit der Bodentiere. Die Kurven bezeichnen die Grenzen des Vorkommens von 1 oder mehr % der durch die entsprechende Darstellungsweise (s. links oben) bezeichneten Tiergruppen. Die beiden inneren Kurven für die Tubificiden die für 5—10 und die für 51—100 %. Vgl. die Tabelle S. 110 ff., zu der Grenze des Überwiegens der Sphaeriiden die Tabelle S. 100 ff.

schlossenen Häfen und an den meisten Stellen des Sielbereichs, mit Ausnahme jedoch der Station zwischen Fischhalle und Landungsbrücke von Altona. Im Binnenhafen dürften die Ernährungsbedingungen, nicht zum wenigsten unter dem Einfluß von Abwässern, ähnlich wie vor dem Strandquai, sehr günstige sein. Über die Seltenheit im Innern tiefer Hafenbecken habe ich bereits oben (S. 105) gesprochen. Im engeren Sielbereich und an der Station bei Wittenbergen fällt der Gegensatz zu den Tubificiden auf, die hier ihre höchsten Werte erreichen. Das Zurücktreten der Muscheln dürfte hier mehr auf der Konkurrenz der Würmer beruhen als auf einem unmittelbaren Einfluß der Sielwässer, denn sonst könnten sie an der einen Station bei Altona (wo vielleicht die Strömungsverhältnisse sie wieder begünstigen?) nicht reichlich vorkommen. Es ist bekannt, daß wenigstens die Art *Sphaerium corneum* keineswegs durch Abwässer vertrieben wird, sondern gerade unter ihrem Einflusse üppig gedeiht.

Charakteristisch sind die Verhältnisse an den südlichen Hafenstationen. Man kann da drei Hauptgebiete unterscheiden:

1. Die drei obersten Stationen, größere Häfen mit mäßiger Durchströmung, verhältnismäßig weit aufwärts von den Sielmündungen gelegen. Der Moldauhafen hat den absoluten Maximalwert. Es findet wohl eine reichliche Zufuhr von Nährstoffen, jedoch keine so extreme statt, daß die Tubificiden sich in erdrückender Fülle entwickeln müßten.
2. Die Stationen vom Petroleumhafen bis zu den Waltershofer Häfen mit meist geringen Werten und bisweilen vollständigem Fehlen. Die Erklärung dürfte hier keine einheitliche sein können und soll, da ein maßgebender unmittelbarer Einfluß der Abwässer im allgemeinen nicht anzunehmen ist, auch nicht im einzelnen versucht werden.
3. Das Gebiet von der Mündung der Waltershofer Häfen bis zur Estemündung. Es hat im Durchschnitt und fast in allen einzelnen Fällen wieder höhere Werte. Dabei muß die Station Estemündung mit ihren vielen jungen Tieren, wie erwähnt, niedriger eingeschätzt werden, als die Zahl an und für sich zu verlangen scheint. Verständlich wird der Zustand in diesem Gebiete, wenn man darauf achtet, wie sich diese Sphaeriidenzahlen hier den Arten nach zusammensetzen. Es treten mit auffallender Deutlichkeit *Sphaerium solidum* und die Gattung *Pisidium* (vorwiegend die Art *Pisidium amnicum*) als vorherrschend hervor. Von der ersteren hat Leschke schon früher (1909, S. 274) festgestellt, daß sie die innern, verunreinigten Hafengebiete meidet. Man wird vielleicht den hier hervortretenden Muscheln, die übrigens beide durch Hartschaligkeit ausgezeichnet sind, bei genauerem Studium bis zu einem gewissen Grade die Bedeutung von Leitorganismen zusprechen können. Die Untersuchung der Schorrefauna, von der weiter unten die Rede sein soll, zeigt, daß auch auf den trocken laufenden

Teilen der Schweinesände, soweit sie nicht in Buchten oder Mulden zu reicher Ablagerung Veranlassung geben, diese Muscheln besonders hervortreten.

Zusammenfassend kann man wohl sagen, daß die Sphaeriiden, wo sie bei einer mäßigen Strömung günstige Nahrungszufuhr finden, sich üppig entwickeln und somit auch durch ihr Gedeihen einen Ausdruck für die Ausbreitung der Sielwässer darbieten können, vorausgesetzt, daß sie nicht durch die Schlammwürmer verdrängt werden. Die Ergebnisse der oben besprochenen Untersuchungen mit dem Schlammsauger und der unten zu besprechenden Schorreuntersuchungen stimmen mit diesem Schlusse gut zusammen.

Tubificiden. In betreff der Schlammwürmer, über die ich noch an anderen Stellen der Arbeit ausführlich zu sprechen habe (besonders S. 152), sei hier nur das Wichtigste hervorgehoben:

1. In der Strommitte herrscht, abgesehen von der auch hier wie bei den Sphaeriiden, durch ihren Reichtum hervortretenden obersten Station, große Armut. Das hindert aber nicht, daß die Tubificiden trotzdem die vorherrschenden Tiere bleiben.
2. An der Nordseite hebt sich das Gebiet unterhalb der Siele durch den ungeheuren Reichtum unverkennbar aus sämtlichen untersuchten Stationen heraus. Die Bedeutung der Tubificiden als Sielschlammanzeiger und Sielschlammverarbeiter tritt ins hellste Licht. In dem einem Klärbecken vergleichbaren Altonaer Hafen (jedoch nicht in allen seinen Teilen) können auf einen Quadratmeter Bodenfläche mehr als eine Million Würmer leben.
3. Das südliche Hafengebiet wird durch den Köhlbrand, der ebenso wie die Mitte der Norderelbe arm an Tubificiden ist, in zwei Hälften geteilt. In der oberen tritt ein sehr starkes Maximum im Kuhwärder Vorhafen hervor, das im Zusammenhang mit einigen benachbarten Werten wohl als Ausdruck günstigster Bedingungen erscheint, die von dieser Station aus nach allen Seiten — stromaufwärts, stromabwärts und hafeneinwärts — abnehmen. Auch hier scheint eine Erklärung aus der Einwirkung von Sielwässern sehr nahe zu liegen. Unterhalb des Köhlbrands zeigen nur die äußeren Teile der Waltershofer Häfen ziemlich hohe Werte. Der Parkhafen, um den es sich hier handelt, spielt augenscheinlich innerhalb des Waltershofer Hafensystems in bezug auf den Wasserwechsel dieselbe Rolle wie der Vorhafen im Kuhwärder System. Er muß reich an Ablagerung von Nährstoffen sein, aber natürlich viel weniger Sielwässer aufnehmen als der Kuhwärder Vorhafen.

Andere Würmer sind im allgemeinen zu selten, um als Grundlage für die Erkennung des Abwassereinflusses zu dienen. Sie geben aber

(Naididen und Egel) in betreff der Bodenfauna dem Oberhafen (die Egel auch dem Binnenhafen) jenes besondere Gepräge, dessen Erklärung aus lokaler Verunreinigung eigener Art bei der Besprechung des Bewuchses (S. 73) versucht wurde.

Auch *Hydra* ist für den Oberhafen charakteristisch.

Wie man aus dieser Übersicht erkennt, haben alle einigermaßen häufigen Tiere eine recht charakteristische Verbreitung. Weiter ergibt sich, wenn man die Ergebnisse zusammenfaßt, daß sich folgende Gebietsteile in befriedigender Weise nach der Bodenfauna kennzeichnen lassen:

Strommitte der Norderelbe und des Köhlbrands (je mit Ausnahme einer Station). Tubificiden und *Gammarus* in geringen Mengen. Sonst fast nichts.

Nordseite unterhalb St. Pauli. Außerordentlicher Reichtum an Tubificiden, andere Organismen meist ganz zurücktretend.

Kuhwärder Hafengebiet (mit Ausnahme des Roßhafens). Reich an Tubificiden, arm an Mollusken (vgl. Fig. 8).

Hansahafengebiet. Reich an Mollusken, nur mäßige Mengen von Tubificiden.

Waltershofer Hafengebiet nebst Roßhafen und Zwischenstück des Köhlbrands. Reich an Chironomidenlarven, nur in den westlichsten (äußeren) Teilen ziemlich reich an Tubificiden und nur dort Mollusken enthaltend (vgl. Fig. 8).

Oberhafen. Durch *Glossosiphonia,* Naididen und *Hydra* als eigenartiges Gebiet gekennzeichnet.

Ostende der Schweinesandbucht. Bei Armut an Tubificiden verhältnismäßig reich an bestimmten (Reinwasser-?) Muscheln.

Wenn in der vorstehenden Analyse der 50 Bodengreiferfänge die einzelnen Tiergruppen nacheinander für sich behandelt wurden, so ist das Moment, welches eine Lebensgemeinschaft zu einer solchen macht, nämlich die Vergesellschaftung der Tiere, so gut wie vollständig vernachlässigt. Aber gerade diese Art der Vergesellschaftung ist ja das Charakteristische für jeden Fang. Gerade in ihr muß auch der Einfluß der Verunreinigungen zum Ausdruck kommen. Ich habe mich deswegen bemüht, die Art der Vergesellschaftung für jeden Fang auf einfachste Weise zu kennzeichnen und die Fänge danach miteinander zu vergleichen. Folgende Überlegungen waren dabei maßgebend.

Jeder Fang hat eine Anzahl Eigenschaften (Merkmale), welche ihm als Ganzem eigentümlich sind und ihn als Lebensgemeinschaft kennzeichnen, nicht Eigenschaften der einzelnen in ihm vorhandenen Tiergruppen, sondern solche, die sich aus der gleichzeitigen Betrachtung aller Tiergruppen ergeben. Diese Merkmale sind z. T. in der inneren Struktur des Fanges, in den Beziehungen der verschiedenen ihn zusammensetzenden Tiergruppen zueinander

begründet, z.T. in der Stellung des Fanges zu seiner „Umgebung", d.h. in seinen Beziehungen zu den übrigen Fängen des ganzen Komplexes, dem er angehört.

Man kann derartige Merkmale, deren es eine große, ja unbeschränkte Anzahl gibt, zahlenmäßig zum Ausdruck bringen, kann somit Lebensgemeinschaften durch bestimmte Hauptzahlen kennzeichnen und diese rechnerisch oder graphisch zueinander in Beziehung setzen. Das einfachste Beispiel einer solchen Hauptzahl ist die Summe der Individuen des Fanges, die sogenannte Volksstärke.

Diese Zahlen haben nur dann einen Wert, wenn sie biologisch gedeutet werden können und geeignet sind, Zusammenhänge zwischen den Merkmalen der Fänge und denen der Lebensbedingungen zu offenbaren. Im vorliegenden Falle würde es daher besonders darauf ankommen, zahlenmäßig ausdrückbare Merkmale zu finden, deren Werte von den Verunreinigungen abhängen.

Im folgenden sind für jeden der 50 Fänge vier Hauptzahlen festgestellt und zum anschaulichen Vergleich der Fänge in bezug auf die Zahlen vier Kurven gezeichnet worden, an denen sich die betreffenden charakteristischen Eigenschaften ablesen und von Fang zu Fang vergleichen lassen. Um zu den Hauptzahlen zu kommen, wurden die Zahlen der Grundtabelle für jeden Fang in 16 „Gruppen" zusammengefaßt, nämlich: Fische, Crustaceen, Tracheaten, *Lymnaea, Viviparus, Bithynia, Valvata, Lithoglyphus, Sphaerium corneum, Sph. solidum, Sph. lacustre, Pisidium,* Tubificiden, Hirudineen, andere Würmer und Hydroiden. Daß diese Gruppen systematisch ganz ungleichwertig sind, ist ohne Zweifel bei dem rechnerischen Verfahren ein Mangel, der aber bei den im folgenden zu untersuchenden Hauptzahlen nicht allzu störend wirkt, während er bei anderen, die ich versuchsweise berechnet habe, zu wertlosen Ergebnissen führt. Für jede Gruppe läßt sich aus allen 50 Fängen zusammen die „Gruppensumme" und daraus das „Gruppenmittel" berechnen. Auf Grund dieser Zahlen habe ich nun für jeden Fang die folgenden Hauptzahlen berechnet:

1. Die Volksstärke oder den Gesamtgehalt des Fanges, d. h. die Summe der Individuen aller Arten und Artengruppen des Fanges.
2. Die Mannigfaltigkeit des Fanges, d. h. die Anzahl der in dem Fange vorkommenden Gruppen der Tabelle, ausgedrückt in absoluten Zahlen, die also im vorliegenden Falle von 0 bis 16 gehen können. (Zahlen kleiner als 1 sind nicht mit verrechnet.)
3. Das Höchstgedeihen im Fange, d. h. den prozentualen Wert des höchsten absoluten Gruppenwertes innerhalb des Fanges in bezug auf seinen Gesamtgehalt, also gewissermaßen ein Maß für das „Vorherrschen" der Hauptgruppe im Fang.
4. Das Durchschnittsgedeihen im Fange, eine Zahl, die gewonnen wurde, indem für jede Gruppe im Fang der Prozentsatz berechnet

wurde, den ihr Wert in bezug auf die „Gruppensumme“ (s. o.) darstellt, und dann aus diesen Prozentzahlen (mit Einschluß der 0-Fälle) das arithmetische Mittel für den Fang genommen wurde. In dieser Zahl kommt gewissermaßen die allgemeine Intensität der Lebensentfaltung im Fange zum Ausdruck.

Aus der Untersuchung der auf diese Hauptzahlen gegründeten Kurven (Fig. 7) ergibt sich nun das Folgende:

I. Die Volksstärke der Fänge ist in der Strommitte (1—9) meist eine geringe, ebenso in dem seinen Lebensbedingungen nach entsprechenden Köhlbrand (32—34). Eine Ausnahme von dieser Regel macht jedoch die Station vor dem Strandquai (1), die sich in allen vier Kurven zu den übrigen Stromstationen (2—8) gegensätzlich verhält. Diese Station zeigt andererseits ziemlich durchgehende Ähnlichkeit mit dem Moldauhafen (20), vor dessen Ausgang sie liegt, und auch dem Binnenhafen (12). Die Fänge längs des Nordufers (10—18) zeigen einen zunehmenden Reichtum, noch stetiger zunehmend, wenn man Baakenhafen und Grasbrookhafen (13 und 14) als besonders geartet ausschaltet, sowie die absoluten Maxima der ganzen Kurve zwischen St. Pauli und Wittenbergen (15—18). Diese Maximalentfaltung beruht bekanntlich auf der starken Tubificidenentwicklung des Hauptgebietes der Verunreinigung. Die Fänge der Südseite oberhalb des Köhlbrands (19—31), durchweg in Häfen oder Seitengewässern gelegen, erwiesen sich in ihrer Volksstärke als sehr wechselnd. Das höchste Maximum auf dieser Kurvenstrecke (25) liegt im Kuhwärder Vorhafen und beruht wieder (wie 15—18) auf dem Tubificidenreichtum. Bemerkenswert ist, daß der verhältnismäßig stark durchströmte Reiherstieg (24) das äußerste Minimum der Strecke zeigt und in sofern an die Stromstationen und Köhlbrandstationen in erklärlicher Weise erinnert. Daß die Armut des Reiherstiegs mit der früher dort beobachteten Verschmutzung zusammenhängt, erscheint weniger wahrscheinlich, zumal die Formenmannigfaltigkeit (Kurve II) dort eine beträchtliche ist. Die Verhältnisse im Köhlbrand (32—34) wurden schon erwähnt. Unterhalb davon bis Finkenwärder (35—41) sind die Fangplätze wieder durchweg in Häfen gelegen. Ihr Reichtum bleibt im Durchschnitt geringer als oberhalb davon, was mit geringerer Abwasserzufuhr zusammenhängen mag. Die Station Parkhöft (39) mit dem absoluten Maximum hat bemerkenswerterweise eine ähnliche Lage wie die oberhalb des Köhlbrands entsprechende Station Kuhwärder Vorhafen (25); beide liegen in den Vorhäfen größerer Hafenkomplexe und mögen einander in bezug auf die Gunst der Ablagerungsbedingungen entsprechen. Die Fangplätze unterhalb Finkenwärder (42—50) liegen in offenem, seenartig ausgebreitetem Wasser (nur zwei, 47 und 48, in einer Flußmündung), sind jedoch z. T. ziemlich stark durchströmt und arm an Ablagerungen. Sie zeigen daher eine gewisse Annäherung an Stromstationen und an solche



Fig. 7.

Kurve zur Darstellung der Hauptmerkmale der Vergesellschaftung in den 50 Bodengreiferproben. I Volksstärke, II Mannigfaltigkeit, III Höchstgedeihen, IV Durchschnittsgedeihen. Vgl. S. 119 u. die Tabelle S. 110ff.

mit schwach gedüngtem Wasser. — Überblickt man die Kurve I im großen und ganzen und zieht in Betracht, daß die erste Station sachgemäßer etwa in die Nachbarschaft der zwanzigsten gehört, so zerfällt sie recht natürlich in drei Teile, nämlich

1. die Strommitte (2—9), die durch eine auf Ablagerungsmangel und andere Umstände zurückzuführende, von den Verunreinigungen unabhängige Armut gekennzeichnet ist,
2. das eigentliche Boden-Verunreinigungsgebiet (etwa 10—28), das infolge von Ablagerungsreichtum und besonderer Nahrhaftigkeit der Ablagerungen ein reiches Tierleben entwickelt,
3. das untere, reinere Gebiet (etwa 29—50), dessen relative Armut auf einem gegensätzlichen Verhalten der Lebensbedingungen zu denen im vorigen Gebiete beruhen dürfte.

II. Die Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung der Fänge zeigt (wenn man wieder von Stat. 1 absieht) im großen und ganzen durch die ganze Kurve eine Zunahme. Dies wird wenigstens zu einem Teil auf die zunehmende Entfernung aus dem Verunreinigungsgebiete zurückzuführen sein. Als Maximalstationen fallen bei Berücksichtigung der durch die Vertikalstriche getrennten Kurvenabschnitte besonders auf Strandquai (1), Binnenhafen (12), Moldauhafen (20), Köhlbrand-Fähre (33) und Estemündung (48). Vielleicht haben diese fünf das Gemeinsame, daß sie „Nester" am Grunde von verhältnismäßig stark durchströmten, aber nicht sehr verunreinigten Stellen sind. Mehrere von ihnen liegen an Stellen, wo das andringende Wasser der Flut gestaut werden muß, wo also Ablagerung befördert wird, und zwar aus einem im ganzen mäßig gedüngten Wasser. Im Mündungsgebiete der Alten Süderelbe und der Este zeigt die Kurve einen gleichmäßigen Hochstand zwischen 5 und 9, der vielleicht von mehreren Bedingungen abhängt, aber jedenfalls charakteristisch ist. — Vergleicht man Kurve I mit II, so fällt der Gegensatz zwischen den Stationen 1, 12 und 20 einerseits und 15, 16, 17, 18 und 25 andererseits auf. Bedenkt man, daß bei größerer Individuenzahl der Wahrscheinlichkeit nach auch eine größere Gruppenzahl (Mannigfaltigkeit) zu erwarten sein sollte, so wird dieser Gegensatz noch auffallender. In ihm dürfte die relative(!) Eintönigkeit der Besiedelung im stark verunreinigten, die relative Mannigfaltigkeit im schwach verunreinigten Gebiet zu charakteristischem Ausdruck kommen.

III. Daß das Höchstgedeihen in den Fängen, d. h. der Grad des Vorherrschens, die relative Übermacht der zahlenmäßig an erster Stelle stehenden Gruppe jeden Fanges, ein charakteristisches Merkmal ist, geht schon aus den letzten Bemerkungen hervor. Vergleicht man die darauf bezügliche Kurve mit der vorigen, so springt eine gewisse Gegensätzlichkeit im Steigen und Fallen der Werte in die Augen. Wie die Mannigfaltig-

keit in den reineren Gebieten zunahm, so nimmt das Höchstgedeihen im großen und ganzen ab. Die Maxima der einen Kurve entsprechen oft den Minima der anderen. Dies gegensätzliche Verhalten ist aus Gründen der Wahrscheinlichkeit verständlich, aber es ist nicht eine notwendige Regel, und daher zeigt die Kurve manches Neue. Untersucht man die höchsten Maxima der Kurve, etwa alle die Fälle, in denen eine einzige Tiergruppe mehr als 95 % des ganzen Fanges ausmacht, so findet man, daß sie durchweg auf dem Vorherrschen der Tubificiden beruhen, und daß dementsprechend ihre Lage für die Verunreinigungsfrage bedeutsam ist. Das wird noch auffallender, wenn man bedenkt, daß bei den Fängen mit minimalem Gesamtgehalt (wie besonders 2—9) die Werte der dritten Kurve sehr zufällig und bedeutungslos werden. Die Zusammendrängung von Höchstwerten auf der Strecke von Stat. 13 bis 29 erinnert an die in der ersten Kurve. Um so bemerkenswerter sind die Fälle, wo sich die beiden Kurven in bezug auf die Maxima dieser Strecke gegensätzlich verhalten. In den Fällen, wo den Maxima der Kurve I keine solchen in III entsprechen, treffen solche in II mit ihnen zusammen (12, 16, 20, 21), d. h. wo sich Reichtum mit Mannigfaltigkeit verbinden, tritt kein auffallendes Vorherrschen ein, wie es ja auch der Wahrscheinlichkeit entspricht. In den Fällen dagegen, wo Maxima in III, aber nicht in I vorkommen (13, 14, 22, 27, 29), wie im Baakenhafen, Grasbrookhafen, Alten Petroleumhafen, Kaiser Wilhelm Hafen, Ellerholzhafen, kommt in dieser Kurve die schon früher erwähnte „Hintergrundserscheinung“ zum Ausdruck, daß in entlegenen Hafenwinkeln sich die (arme) Bodenfauna fast nur aus Tubificiden zusammensetzt. Daß dieser Gegensatz der beiden Stationenreihen außerhalb der besprochenen Strecke (13—29) nur noch in der ersten Gruppe (1 und 39), nicht mehr in der zweiten (37 und 38) bemerkbar wird, ist wohl als charakteristisches Zeichen veränderter Lebensbedingungen anzusehen. Unter den Minima der Kurve III sind die der Strommitte (2 und 9), wie erwähnt, ganz belanglos. Das im Oberhafen (10 und 11, das zum Vorschein kommt, wenn man 9 vernachlässigt) bringt die charakteristischen, früher (S. 118) erwähnten Lokalverhältnisse zum Ausdruck, das im Moldauhafen (20) ist eben besprochen, das im Köhlbrand (32—34) muß zwar bei dem geringen Reichtum der Stationen mit einiger Vorsicht betrachtet werden, bringt aber die Sonderstellung dieses Stromteils noch deutlicher als die beiden ersten Kurven zur Anschauung und ist in bezug auf die Mittelstation (33) bei ihrem relativ (!) großen Reichtum doch wohl wieder ein Ausdruck für den Zusammenhang von Reichtum, Mannigfaltigkeit und Höchstgedeihen im reineren Gebiete. — Nach dem allen ist auch diese Kurve recht bezeichnend für die Verunreinigungsverhältnisse.

IV. Das Durchschnittsgedeihen in den Fängen ist gewissermaßen ein Ausdruck für die „Üppigkeit“ der Lebensentfaltung, sofern man

unter Üppigkeit einen mit Vielfältigkeit verbundenen Reichtum versteht. Die Kurve bringt die Abweichungen der einzelnen Fänge von einem aus ihnen allen berechneten „Normalfang“ zur Anschauung, und zwar so, daß als Abweichung eines Fanges die mittlere Abweichung seiner Gruppenwerte von denen des Normalfanges betrachtet wird. Berücksichtigen muß man bei der Untersuchung dieser Kurve, daß bei dem Auftreten eines extrem hohen Wertes in einer einzelnen Gruppe und gleichzeitig geringer Mannigfaltigkeit jener eine Wert die anderen erdrückt, und daher das Ergebnis unbrauchbar wird. Das geschieht hier bei Altona (17, z. T. auch 16), so daß die betreffenden Fänge die Klarheit der Kurve stören. Sie drückt an solchen Stellen weniger die Üppigkeit als den Reichtum allein aus. Vernachlässigt man die Altonaer Fänge, so zerfällt die Kurve in charakteristischer Weise in zwei Hauptabschnitte, deren Grenze zwischen 30 und 31 liegt und augenscheinlich der Grenze zwischen dem Einflußgebiet des Köhlbrandwassers und des Norderelbewassers entspricht. Die erste Hälfte ist durch starke Kontraste, die zweite durch geringe Schwankungen ausgezeichnet, diese also im ganzen „normaler“ als jene. Minimale Werte finden sich begreiflicherweise in der Strommitte, in stark verunreinigten Gebieten und in entlegenen Hafenwinkeln. Die Maxima der ersten Hälfte (1, 10—12, 20) liegen durchweg weit stromaufwärts, im Anfang der drei Hauptteile der ganzen Kurve: Strommitte (1—9), Nordufer (10—18) und Südseite (19—50). Quantität und Qualität der Nahrungszufuhr dürften für diese Lage in den peripheren Teilen des Verunreinigungsgebietes verantwortlich sein. Wie diese Maxima für die oberen Randgebiete, so mag die Station Köhlfleth (41), der auch die Verhältnisse in den Finkenwärder Kanälen entsprechen werden, für die unteren Randgebiete charakteristisch sein. Das Maximum in 47 und 48 darf wohl als Ausdruck der eigentümlichen Verhältnisse in einer unter Tidenwirkung stehenden Flußmündung angesehen werden. — Auch diese Kurve ist also recht bezeichnend als biologischer Ausdruck der Verunreinigung.

Im Anschluß an alle vier Kurven möchte ich noch auf zwei Extremfänge besonders aufmerksam machen. Der von der St. Pauli-Fischhalle (15) ist reich, doch wenig mannigfaltig, zeigt ein einseitiges Vorherrschen, aber geringes Durchschnittsgedeihen und ist damit besonders charakteristisch für das Kerngebiet der Verunreinigung. Der aus dem Moldauhafen (20) ist ebenfalls reich, aber auch sehr mannigfaltig, zeigt keinerlei starkes Vorherrschen, aber eine maximale Üppigkeit im ganzen und charakterisiert damit die peripheren Teile des Verunreinigungsgebietes.

Zur Veranschaulichung der allgemeinen Verbreitungsverhältnisse der Bodentiere sei schließlich noch auf die folgenden Versuche, gewissermaßen Querschnitte des Verunreinigungsgebietes in graphischer Darstellung nach ihren biologischen Verhältnissen zu charakterisieren, hingewiesen.

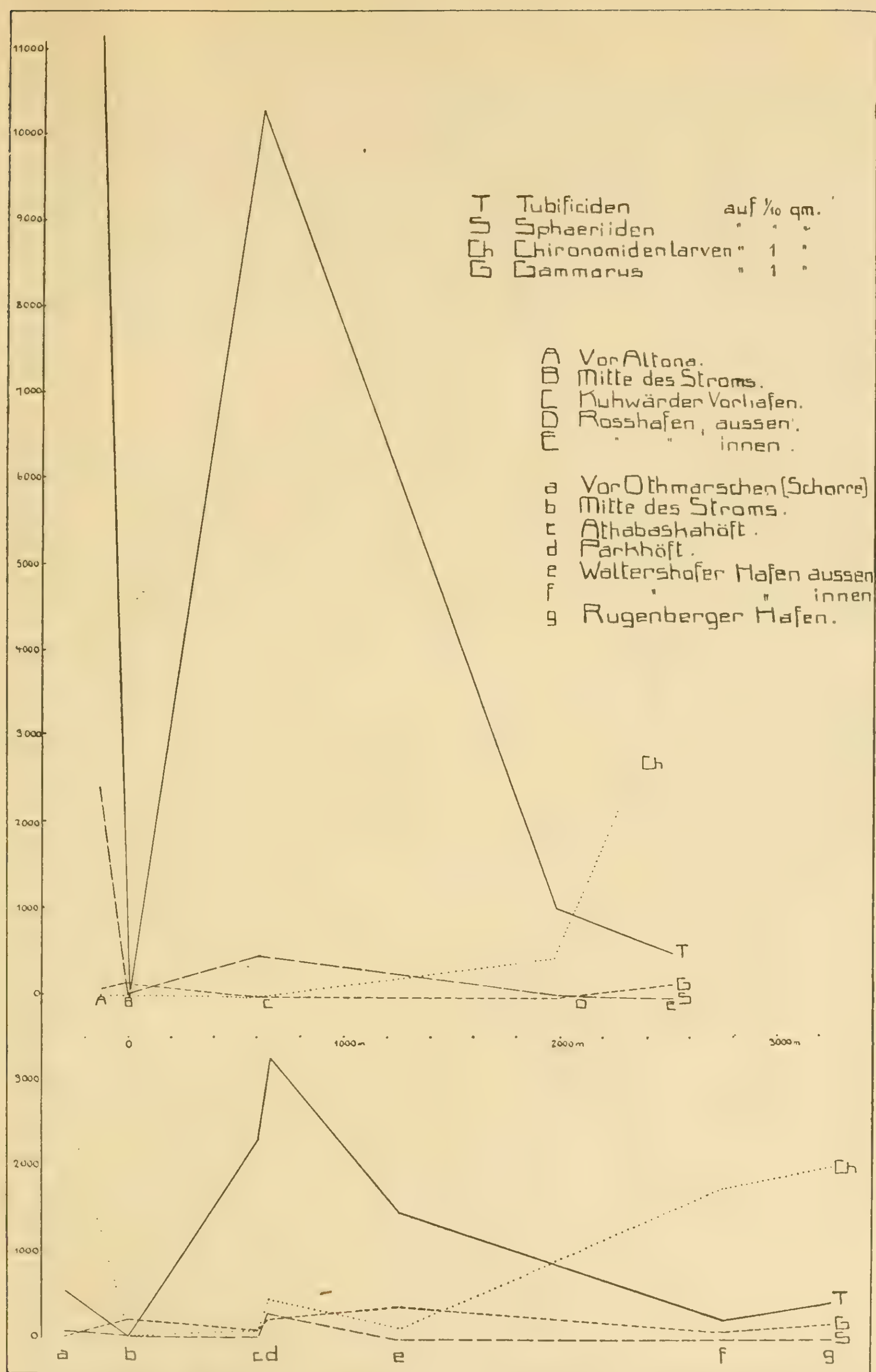


Fig. 8.
Kurven zur Darstellung der Volksstärke der Bodentiere auf Schnitten senkrecht zum Strom durch das Kuhwärder Hafengebiet (oben) und schräg zum Strom durch das Waltershofer Hafengebiet (unten). Vgl. Tabelle S. 110ff.

Fig. 8 zeigt Kurven für einen Schnitt senkrecht zum Strom durch das Kuhwärder Hafengebiet und einen schräg zum Strom durch das Waltershofer Hafengebiet. An ihnen ist besonders hervorzuheben: Die Armut des Strombetts im allgemeinen bei relativem Reichtum an *Gammarus*, der Reichtum der vorderen Teile der Hafenbecken an Würmern und Muscheln, der der hinteren Teile an Chironomidenlarven. Bei Vergleich beider Kurven tritt besonders der um vieles größere Reichtum des Kuhwärderschnittes an Tubificiden und ihre maximale Entwicklung dort am Nordufer hervor, Eigentümlichkeiten, die auf die Einwirkung der Sielwässer zurückgeführt werden müssen.

Fig. 10, die unter Hinzuziehung der Schorreuntersuchungen entworfen ist, zeigt in graphischer Darstellung die Werte der Tubificiden und Sphaeriiden auf fünf Querschnitten, oder vielmehr die Ordinaten aus fünf meist 1 km breiten Streifen auf je eine ideale Querschnittfläche projiziert. Für den gegenwärtigen Gedankenzusammenhang kommen in der Hauptsache nur die drei ersten in Betracht, von denen der zweite dasselbe zeigt, wie die eben besprochene Kurve für die Kuhwärder Häfen. Der erste Schnitt, vom Oberhafen zum Spreehafen, läßt deutlich erkennen, daß er durch das Hauptgedeihgebiet der Sphaeriiden geführt ist, während er in den Tubificidenordinaten hinter allen weiter abwärts, unterhalb der Sielmündungen gelegenen Schnitten zurücksteht. In dem dritten Schnitt vereinigen sich die beiden äußersten Extreme der Bodenbesiedelung, weil er an der Nordseite durch den Altonaer Hafen mit seinem ungeheuren Tubificidenreichtum geht, an der Südseite aber in der Längsrichtung des durch sein reines Wasser ausgezeichneten Köhlbrands verläuft. Wollte man für diesen Schnitt eine Kurve nach Art der oben besprochenen für die Kuhwärder und Waltershofer Häfen zeichnen, wozu eine gewisse Berechtigung vorhanden wäre, so würde auffallen, daß die minimale Tubificidenmenge der Strommitte auf der Südseite beibehalten wird, während auf der Nordseite die Kurve außerordentlich steil aufsteigt, daß Sphaeriiden fast ganz fehlen, daß die Chironomidenlarven sich ähnlich wie im Kuhwärder Gebiet verhalten, und daß *Gammarus* wesentlich höhere Werte als in den beiden anderen Kurven, einerseits im Altonaer Hafen, andererseits bei der Köhlbrandfähre, erreicht.

Ich schließe mit diesen Überlegungen die Untersuchung der Grundfauna vorläufig ab. Eine Besprechung der Fänge mit Dretsche und Scheernetz würde zu dem Vorstehenden nur unwesentliche Ergänzungen bieten. Es sei aus den betreffenden Untersuchungen nur das eine hier noch einmal hervorgehoben, daß der Boden des Untersuchungsgebietes eine reiche Fischfauna besitzt, über die die oben besprochenen quantitativen Fänge natürlich keine Auskunft geben können, über die aber früher bereits das Wichtigste gesagt worden ist. Auch von einem Vergleich der Bodengreiferfänge mit den Schlammsaugerfängen sehe ich ab, da die eine Reihe

sich auf Flächen, die andere sich auf Massen des Bodenmaterials bezieht, auch beide zu sehr verschiedenen Jahreszeiten ausgeführt wurden. Widersprüche zwischen ihnen habe ich nicht bemerkt, Unklarheiten bleiben natürlich bestehen. Auf die allgemeinen Verhältnisse der Bodenfauna und ihre Beziehungen zu den Verunreinigungen werde ich bei der Besprechung der Schorrefauna, bei der Behandlung der Tubificiden als Leitorganismen und bei der Abfassung des Urteils über den Verunreinigungszustand der Elbe noch wiederholt zurückzukommen haben.

e) Das Leben im Schorregebiet.

Mit dem Namen Schorre bezeichnet man den Teil des Strombodens, welcher bei Ebbe trocken fällt, bei Flut aber wieder überströmt wird. Das wäre also ein Streifen jederseits längs des Ufers sowie unter Umständen breite Flächen in der Nachbarschaft des Strombettes und Inseln, welche ganz oder teilweise bei Flut unter Wasser stehen, die sogenannten Sände. Die Watten an der Elbmündung sind die ausgedehntesten Teile des Schorregebietes. Im Grunde sind auch die überfluteten Teile der Sände unterhalb von Finkenwärder nichts anderes als Watten, Süßwasserwatten. Es handelt sich also hier um einen für das Süßwasser durchaus ungewöhnlichen und eigenartigen Lebensbezirk, über dessen biologische Eigentümlichkeiten auch Erfahrungen aus dem übrigen Süßwassergebiet nicht vorliegen. Eher kann das Studium der Meeresschorre über die biologischen Verhältnisse in dieser Zone Auskunft geben, denn wenn sich schon ihre Fauna und Flora aus ganz anderen Bestandteilen zusammensetzen, so sind doch die wichtigsten Lebensbedingungen in ihr ganz übereinstimmend.

Die Bedeutung der Schorre für die biologische Beurteilung der Verunreinigungsfragen ist eine sehr große, einmal, weil sie ein ausgezeichnetes Ablagerungsgebiet für Detritus bildet, und ferner, weil dieser Lebensbezirk unmittelbar zugänglich ist und bei Niedrigwasser auf das genaueste untersucht werden kann. Es ist deswegen auch verhältnismäßig leicht, quantitative Bodenproben ganz exakt zu entnehmen, so daß die Untersuchung in jeder Beziehung auf fester Grundlage steht. Ich bediene mich für die Probenentnahme eines sehr einfachen Instruments, einer kurzen Blechröhre, deren Querschnitt ein Quadrat von 5 cm Seitenlänge, also 25 cm^2 Flächeninhalt, ist. Mit dieser Röhre steche ich eine etwa 10—15 cm tiefe Probe aus dem Boden, die konserviert und im Laboratorium gesiebt, ausgesucht, in bezug auf ihren Tiergehalt durchgezählt und in bezug auf das Bodenmaterial geprüft wird. Für seltenere Organismen habe ich oft auch mehr, bis zehn solcher Proben gleichzeitig ausgestochen. Die Anzahl der Organismen wurde stets auf 100 qcm (1 dm^2) berechnet und so in die Tabellen, Karten und Kurven eingetragen.

Die festen Gegenstände im Schorregebiet haben einen eigenartigen Bewuchs. Von ihm ist schon zum Teil die Rede gewesen, zum Teil kann die Besprechung unterbleiben, da sie für die Verunreinigungsfragen bis jetzt nichts Wesentliches ergeben würde. Ich beschränke mich also hier auf Erörterungen über die Organismen des losen Bodens. Andererseits ziehe ich die Ergebnisse einer schon oben (S. 107) erwähnten Untersuchungsreihe mit dem „Schlammstecher“ (von rundem Querschnitt), die längs des Nordufers von der Barkasse „Gaffky“ ausgeführt wurde, hier mit in die Betrachtung hinein, da sie die unmittelbare Nachbarschaft der Schorre betrifft.

Das Tierleben des Schorregebietes leitet sich von dem des unter Niedrigwasser liegenden Stromgrundes ab. Neue tierische Bestandteile kommen im Verunreinigungsgebiet nicht hinzu. In den Mengenverhältnissen der verschiedenen Tierarten treten aber wesentliche Verschiebungen ein. Als neu hinzukommend sind jedoch eine Anzahl Pflanzen zu nennen. Einerseits finden sich Algen, Diatomeen und Fadenalgen (besonders *Rhizoclonium* und *Vaucheria,* zuweilen auch *Chara* u. a.), andererseits höhere Pflanzen, wie sie allgemein dem flacheren Flußwasser angehören, besonders mehrere Laichkraut-*(Potamogeton-)*Arten und eine Anzahl höherer Gewächse, die meist auch bei Hochwasser über die Oberfläche emporragen, wie Binsen, Rohr, Riedgräser, Pfleilkraut, Löffelkraut usw.

Sowohl unterhalb wie oberhalb von Hamburg kommt die Schorre zur Ausbildung, oberhalb allerdings nur in sehr beschränkter Ausdehnung. Theoretisch betrachtet, muß sie ja bis zur oberen Grenze der Flutbewegung vorhanden sein, aber die regelmäßig wiederkehrenden Wasserstandsunterschiede werden dort oben bald zu gering, und andererseits ist das befestigte Ufer meist nicht so flach, daß eine breite Schorre zur Entwicklung kommen könnte. Das beste Gebiet dieser Art befindet sich dort wohl zwischen Ortkathen und Warwisch am sogenannten Overhaken. Geht man am Nordufer weiter abwärts, so stößt man hier und da auf kleine Schorrestrecken, die bei Hamburg selbst minimal werden, weil das Ufer fast überall durch Mauern oder Bollwerk befestigt ist. Bei Rothenburgsort sind noch schmale Sandstrecken vorhanden, aber auch bei St. Pauli tritt bei niedrigem Wasser dicht an der Mauer bei der Hafenstraße der Boden hervor. Ähnlich an manchen Stellen des Altonaer Hafens. Von Neumühlen an folgt dann ein ununterbrochener Schorrestreifen.

Aus der Tabelle (S. 130 ff.), welche ich über die Ergebnisse quantitativer Untersuchungen der Schorre längs des Nordufers aufgestellt habe, ist nun folgendes zu ersehen. Es ist nur eine Tiergruppe vorhanden, welche mit genügender Regelmäßigkeit und in genügender Menge auf einer Fläche von 25 qcm angetroffen wird, so daß die Zahlen als brauchbar gelten können, nämlich die Tubificiden. Die Art des Vorkommens dieser Würmer ist sehr charakteristisch. Nur selten wurden sie ganz vermißt. Es ist

das meistens an höher gelegenen Stellen sandigen Bodens der Fall, die nur kurze Zeit vom Wasser bedeckt sind und es schnell wieder absickern lassen. Im übrigen finden sich die Würmer auf der ganzen Strecke von Warwisch bis Friedrichskoog, also bis in starkes Salzwasser hinein. Natürlich handelt es sich da nicht immer um die gleichen Arten, besonders im Salzwassergebiet werden andere als bei Hamburg vorkommen. Eine genauere Bestimmung, die schwierig und zeitraubend ist, wurde bisher im allgemeinen nicht ausgeführt. Die Anzahl, in der sie vorkommen, steigt auf dem bei weitem größten Teil der Strecke nicht über 300 auf 100 qcm. So überall oberhalb von Teufelsbrück und unterhalb von Juels Sand. In der Zwischenzone finden sich höhere und zum Teil sehr hohe Werte. Sie können bis über 3000 steigen, wie im Teufelsbrücker Hafen. Bei Hamburg und Altona selbst, wo nur wenig Boden zutage tritt, der dann meist starker Spülung ausgesetzt ist, so daß sich nur wenig Schlick ablagern kann, sind die Werte gering. Zwischen Neumühlen und Parkhotel ist der Boden meist sandig und steinig, daher bleiben sie auch dort ganz niedrig (nicht über 100 auf 100 qcm). Auf der Strecke von hier bis Wittenbergen treten dann aber die hohen und sehr hohen Werte auf. Weiter abwärts findet im ganzen eine Abnahme statt. Beim Schleepsand und der Hetlinger Schanze wurden zwar noch recht hohe Werte festgestellt, aber die Höhen solcher relativen Maxima nehmen doch von Teufelsbrück bis Glückstadt ziemlich stetig ab. Am klarsten kommt dies ganze Verhalten in einer Kurve (Fig. 9) zum Ausdruck, in die die höchsten bei jeder Station gefundenen Werte eingetragen sind. Auffallend ist es, daß, wie die Tabelle zeigt, an vielen Stellen die Werte im Juni gegen den März stark herabgesunken sind, wenn auch die Verhältnisse der verschiedenen Örtlichkeiten zueinander sich ziemlich gleich bleiben. Im März 1916 waren zwei Stellen durch Zahlen über 1000 ausgezeichnet: der Teufelsbrücker Hafen und ein Buhnenfeld bei Mühlenberg; ferner kam ein Buhnenfeld bei Falkenstein (oberhalb Wittenbergen) nahe an 1000 heran. Setzt man diese Fänge in Beziehung zu den örtlichen Verhältnissen, unter denen sie gemacht worden sind, so wird man nicht zweifeln können, daß diese für die hohen Zahlen mit verantwortlich sind. Es handelt sich um Stellen, welche die Schlammabsetzung besonders befördern. Der Teufelsbrücker Hafen als flaches, sackförmiges, mit seiner Mündung stromaufwärts gerichtetes Becken, das bei Niedrigwasser oft völlig trocken fällt, nimmt bei Flut das Uferwasser der Nordseite, das bekanntlich besonders reich an Verunreinigungen ist, auf und gibt ihm Gelegenheit zur Sedimentierung. Daher liegt im Hafen, abgesehen von den Rändern und der Mündung, tiefer, nicht selten stinkender Schlamm, der den Tubificiden die besten Lebensbedingungen bietet. Allerdings enthält der Hafen auch auffallende Mengen von

Tabelle über den Tiergehalt auf je 100 qcm Fläche in der Schorre nach 97 Bodenproben von der Strecke Overhaken bis Scheelenkuhlen.

Fangnummer	Datum	Örtlichkeit	Gammarus [u. a. Crust.]	Chironomiden- [u. a.] Larven	Schnecken	Sphaerium	Pisidium	Tubificiden	Hirudineen	Andere Würmer
1a	6. VI.	Overhaken	—	—	—	—	—	—	—	—
1b	6. VI.	„	—	20	—	—	—	196	—	—
2a	28. XI.	Rothenburgsort	—	—	—	—	—	—	—	20
2b	28. XI.	„	—	8	—	—	—	116	—	108
3	23. XI.	St. Pauli, Hafenstraße	—	—	16	12	—	—	—	—
4a	23. XI.	Altonaer Hafen, Neue Anfahrt	—	—	—	—	—	224	—	168
4b	23. XI.	„ „ „ „	—	—	8	—	—	76	—	60
5	30. VI.	Neumühlen	—	—	—	—	—	—	—	—
6	16. III.	Othmarschen	—	28	—	—	—	—	—	4
6	28. VI.	„	—	12	—	8	—	56	—	—
7	30. VI.	Parkhotel	—	—	—	—	—	16	—	—
8	21. II.	Teufelsbrücker Hafen	—	—	—	—	—	3076	—	—
8	26. VI.	„ „	—	—	—	—	—	1744	—	—
9a	21. II.	Teufelsbrücker Vorland	—	—	—	—	—	32	—	—
9a	26. VI.	„ „	—	—	—	—	—	4	—	—
9b	21. II.	„ „	—	—	—	—	8	128	4	—
9b	26. VI.	„ „	—	—	—	—	—	64	—	—
9c	16. III.	„ „	—	—	—	—	—	128	—	—
9d	26. VI.	„ „	—	—	—	—	—	8	—	—
10a	21. II.	Nienstedten	—	—	—	—	4	24	—	(600)
10a	26. VI.	„	—	—	—	—	—	—	—	—
10b	21. II.	„	—	—	—	—	—	4	—	244
10b	26. VI.	„	—	—	—	—	—	4	—	—
10c	26. VI.	„	—	—	—	—	—	20	—	—
10d	16. III.	„	—	4	—	—	4	468	—	—
11a	16. III.	Oberhalb Mühlenberg, Buhnenfelder	—	—	—	—	—	56	—	8
11a	28. VI.	„ „ „	—	—	—	—	—	—	—	—
11b	16. III.	„ „ „	—	—	—	—	—	1452	—	—
11b	28. VI.	„ „ „	—	4	—	—	—	284	—	—
11c	16. III.	„ „ „	—	—	—	—	—	1136	—	—
11c	28. VI.	„ „ „	—	—	—	—	—	464	—	—
11d	28. VI.	„ „ „	—	4	—	—	—	100	—	—
11e	30. VI.	„ „ „	—	—	—	—	—	28	—	—
12	30. VI.	Blankenese	—	—	—	—	—	—	—	—
13a	2. III.	Falkenstein, Buhnenfeld	—	—	—	—	—	656	—	—
13a	29. VI.	„ „	—	—	—	—	—	580	—	—
13b	2. III.	„ „	—	—	—	—	—	920	—	—

Fangnummer	Datum	Örtlichkeit	Gammarus [u. a. Crust.]	Chironomiden- [u. a.] Larven	Schnecken	Sphaerium	Pisidium	Tubificiden	Hirudineen	Andere Würmer
13b	29. VI.	Falkenstein, Buhnenfeld	—	4	—	—	—	300	—	—
13c	2. III.	„ „	—	—	—	—	—	920	—	—
13c	29. VI.	„ „	—	4	—	—	—	388	—	—
13d	2. III.	„ „	—	4	—	—	—	16	—	—
13d	29. VI.	„ „	—	—	—	—	—	—	—	—
13e	17. III.	„ „	—	—	—	—	—	180	—	—
13f	17. III.	„ „	—	—	—	—	—	320	—	—
13g	17. III.	„ „	—	—	—	—	—	92	—	—
13g	29. VI.	„ „	—	56	—	—	—	168	—	—
13h	29. VI.	„ „	—	—	—	—	—	380	—	—
14	21. III.	Schulau, Zuckerfabrik	—	—	—	—	—	140	—	—
15a	22. II.	Schleepsand, Buhnenfeld	[4]	—	4	—	—	16	—	—
15b	22. II.	„ „	—	—	—	—	—	20	—	20
15c	29. II.	„ „	—	—	—	—	—	24	—	12
15c	29. II.	„ „	—	—	—	8	20	364	4	8
16a	17. VI.	Hetlinger Schanze, Buhnenfeld	—	8	—	—	28	752	—	—
16b	17. VI.	„ „ „	—	4	28	—	16	328	—	—
17a	15. VI.	Juelssand, am Dwarsloch	—	—	—	—	—	48	—	—
17b	15. VI.	„ „ „	—	—	—	—	—	264	—	—
17c	15. VI.	„ „ „	—	—	—	—	—	128	—	—
17d	15. VI.	„ „ „	—	—	—	—	—	332	—	—
18	15.VII.	Pagensand, Westende	—	—	—	—	—	(8,8)	—	—
19	8.VII.	Eßflether Steindeich	—	—	—	—	—	56	—	—
20a	4. V.	Glückstadt, oberhalb Hafen	—	—	—	—	—	120	—	—
20b	4. V.	„ „ „	—	—	—	—	—	200	4	—
21a	4. V.	Rhynplate	—	—	—	—	—	—	—	—
21b	4. V.	„	—	—	—	—	—	8	—	—
22a	27. V.	Störort, am Stack	—	—	—	—	12	108	—	16
22b	27. V.	„ „ „	—	—	—	—	—	69	—	—
23a	19. VI.	Scheelenkuhlen, am Stack	—	—	—	—	—	10	—	—
23b	19. VI.	„ „ „	—	—	—	—	—	10	—	—
24a	11. IV.		—	—	88	96	100	1244	8	—
24b	11. IV.	nahe am Kanal, unten	—	—	—	—	—	24	—	—
24c	11. IV.		—	—	4	—	—	468	20	—
25a	11. IV.		—	—	36	40	12	416	—	—
25a	14.VII.		—	—	40	464	36	612	—	—
25b	11. IV.	Zwischen Kanal D und Neßhaken	4	—	728	184	48	332	16	—
25c	11. IV.	„ „ „ Mitte	—	[4]	612	200	16	1120	4	—
25c	14.VII.		4	[4]	32	120	12	380	24	4
25d	11. IV.		—	—	328	88	24	1612	—	—
26	11. IV.	„ „ „ oben	—	—	12	32	—	552	12	—
27	14.VII.	Muschelbank im Priel	36	—	864	764	36	836	108	—

Fangnummer	Datum	Örtlichkeit		Gammarus [u. a. Crust.]	Chironomiden- [u. a.] Larven	Schnecken	Sphaerium	Pisidium	Tubificiden	Hirudineen	Andere Würmer
28a	5. IV.			4	—	52	40	—	628	8	—
28b	5. IV.			—	—	32	60	16	500	—	—
28c	5. IV.		Zwischen	[12]	[4]	40	144	—	68	16	—
28d	30. III.	Kleine Bucht bei	Kanal D	—	—	—	—	36	200	—	—
28d	14. VII.	Schwartau	und	—	4	12	52	4	72	4	—
28e	14. VII.		Neßhaken	—	6	52	728	12	196	44	—
28f	5. IV.			—	—	20	32	—	740	4	—
28g	5. IV.			—	—	332	540	40	1396	4	—
29a	30. III.	Neßhaken, Röhricht		—	[16]	—	—	—	1832	—	—
29b	30. III.	„ „		[16]	[4]	—	—	—	64	16	—
30	19. IX.	Alte Süderelbe		—	—	—	—	—	400	—	4
31	7. IV.	Sand bei Tonne 6		—	—	192	76	16	112	28	—
32	7. IV.	Am Böhaken, nördlich	Schweine-	—	—	—	4	16	128	—	—
33a	7. IV.		sand-	—	—	—	—	—	125	—	—
33b	7. IV.	„ „ westlich	gebiet	—	—	—	16	40	488	—	—
33c	7. IV.			—	—	4	—	4	20	—	—
34	7. IV.	„ „ südlich.		—	—	—	—	—	—	—	—
35	25. VIII.	Krautsand, bei Landungsbrücke ...		—	—	—	—	—	44	—	—

Pflanzenteilen, und ich habe nach Hochfluten bemerkt, daß Reste von Binsen, Schilf und anderen Pflanzen, wie sie unterhalb Finkenwärder wachsen, in Massen hier abgelagert waren. In den beiden anderen Fällen handelt es sich um ein paar der tiefsten (d. h. zwischen sehr langen Buhnen eingeschlossene) Buhnenfelder dieser Strecke. Der flache Grund sinkt gleichmäßig gegen den Strom hin ab. Oft findet man in diesen tiefen Buhnenfeldern, zumal bei Mühlenberg, fein zerteilte Papiermassen, wie sie dem Ufer entlang treiben, nebst Küchenabfällen und dgl., in Menge abgelagert, und ein feiner graubrauner Schlamm bedeckt den ganzen Boden. Also auch hier sehr günstige Verhältnisse für Tubificiden.

Das erwähnte Buhnenfeld oberhalb Wittenbergen wurde sowohl im März wie im Juni 1916 besonders eingehend untersucht, und zwar nicht nur das Schorregebiet, sondern auch die dauernd von Wasser bedeckten äußeren Teile und die unmittelbar davor gelegenen Stromteile. Es ergab sich folgendes. Am Stack entlang finden sich die höchsten in der normalen Schorre vorkommenden Zahlen. Landwärts und stromwärts von den Maximalwerten nehmen die Zahlen ab, dorthin schnell, hierhin langsam. In der Mitte des Buhnenfeldes findet ebenfalls von einer Maximalregion aus landwärts und stromwärts Abnahme statt. Jedoch scheint das

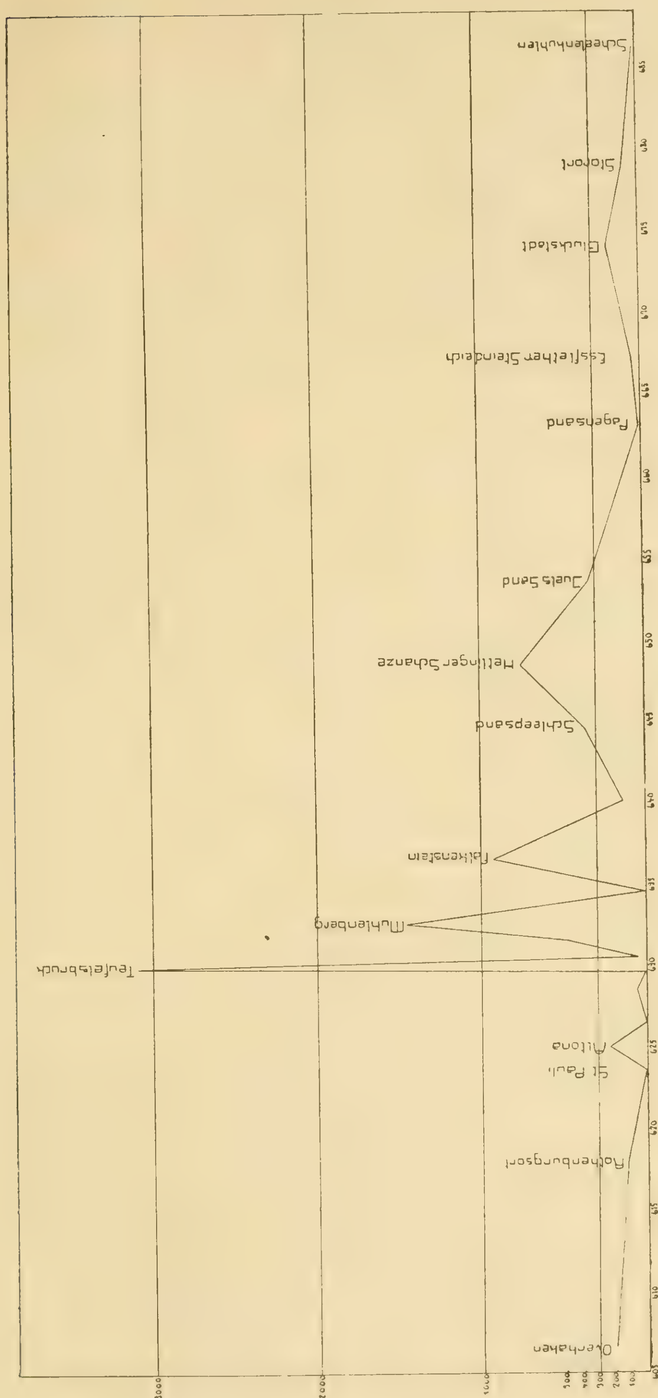


Fig. 9.

Kurve über die Volksstärken der Tubificiden längs des Nordufers der Elbe von oberhalb Hamburg bis zum Kaiser-Wilhelm-Kanal. Die zugrunde liegenden Zahlen sind die an jeder der untersuchten Stelle für 100 qcm festgestellten Höchstwerte. Vgl. die Tabelle S. 130ff.

Maximalgebiet hier unterhalb der normalen Schorre zu liegen, in einer nur bei sehr niedrigem Wasserstande freifallenden Zone. Die Zahlen in der Nähe der Stacks sind beträchtlich höher als die mitten im Buhnenfeld. Auch dieser besondere Fall scheint mir für die maßgebende Bedeutung der Gunst der Ablagerungsverhältnisse zu sprechen. Wo die höchsten Zahlen stehen, ist aller Wahrscheinlichkeit nach die größte Ruhe für die Sedimentierung bei genügend lange dauernder Wasserbedeckung des Bodens vorhanden.

Tabelle über den Tiergehalt auf je 100 qcm Bodenfläche nahe dem Nordufer der Elbe von Neumühlen bis Fährmannssand nach Schlammstecherproben (3. bis 10. März 1916).

Fangnummer	Örtlichkeit	Bodenart	Chironomidenlarven	Schnecken	Sphaeriiden	Tubificiden	Andere Würmer
1	Neumühlen, hinter der Landungsbrücke ..	Darg	65	—	—	30	—
2	Teufelsbrücke, vor Landungsbrücke	„	5	—	—	80	—
3	„ „ „	Sandiger Ton	—	—	—	20	—
4	Nienstedten, vor dem Leuchtfeuer	Ton	5	—	—	(—)	—
5	Mühlenberg, km 632,8	Sand	—	—	—	20	—
6	Blankenese, km 634,8	Darg	—	—	—	50	10
7	Unterhalb Blankenese, km 635,2	Toniger Schlick	—	—	—	20	—
8	„ „ km 635,2	Darg	40	—	—	20	40
9	Vor Falkenstein, km 636,4	Sandiger Schlick	—	—	—	30	—
10	Falkenstein, Buhnenfeld, Oben	Sand	5	—	—	245	5
11	„ „ Mitte	Schlick	—	—	—	(>)80	—
12	„ „ Unten	Sand	—	—	—	90	—
13	Oberhalb Wittenbergen, km 637,5	Darg	10	—	—	20	10
14	Tinsdahl	„	5	—	—	—	—
15	Unterhalb Tinsdahl	Ton	20	40	—	100	—
16	Schulau, Zuckerfabrik	Darg	—	20	20	—	—
17	„ vor dem Hafen	Ton und Darg	—	10	—	—	—
18	Bei Wedel, Boje 20	Ton	—	—	—	—	—
19	Schleepsand, Ende des Stacks	Toniger Schlick	20	—	—	10	—
20	„ „ „ „	Sand	—	—	—	—	—
21	Fährmannssand, Ende des Stacks	Ton	—	—	—	—	—

An diese Reihe von Schorreproben soll noch die Betrachtung jener schon mehrfach erwähnten Reihe von Schlammstecherproben längs des Nordufers angeschlossen werden, da sie sie in erwünschter Weise ergänzt. Die Proben wurden im März 1916 von der Barkasse aus mit einem zylindrischen Schlammstecher von 2,5 cm lichter Weite genommen,

meist vier Proben an einer Stelle, und zwar womöglich immer etwa 20 m vom Ende eines Stacks entfernt, in einigen wenigen Fällen im Eingange des Buhnenfeldes. Die beigefügte Tabelle gibt die Zahlen der so gefangenen Tiere, berechnet auf 100 qcm, und zugleich die Bodenarten an. Diese Reihe von Proben sollte besonders darüber Auskunft geben, ob die Tubificiden in der Längsrichtung des Ufers stromabwärts allmählich abnähmen. Denn für diese Frage schien bei der ungleichmäßigen Ufergestaltung und der Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen im Schorregebiet dieses weniger geeignet. Auch in dem Bodenstreifen außerhalb der Enden der Stacks sind allerdings Unterschiede in nicht geringem Grade vorhanden. Punkte, wo Sand liegt, fallen, wie gesagt, ganz aus. Ton und Torf, die längs des Nordufers sehr verbreitet sind, wirken augenscheinlich verschieden auf die Zahlen; Ton scheint im ganzen ärmer zu sein als Torf. Es wurden, sofern überhaupt Material heraufkam, von Neumühlen bis Wittenbergen (mit einer Ausnahme) immer Tubificiden gefunden, und zwar 20—80 auf 100 qcm. Auf den sechs Hauptstationen von Tinsdahl bis Fährmannssand fehlten sie dagegen fast immer. Nur in der Probe von Schleepsand wurde einer gefangen. An einer Stelle unterhalb Tinsdahl, die bei zahlreichen Stecherversuchen in Sandgrund sozusagen herausgetastet wurde, fanden sich in zwei Proben vier große Schnecken (*Viviparus*) und, auf 100 qcm berechnet, 100 Tubificiden. Es muß sich da um ein nicht normales Nest reichen Tierlebens handeln. Man kann also wohl als ziemlich sicher hinstellen, daß unterhalb Tinsdahl eine entschiedene Abnahme der Tubificiden stattfindet. Im Schorregebiet ist aus den angeführten Gründen, wie gesagt, eine derartige allmähliche Abnahme der Tubificidenzahlen nicht so deutlich. Immerhin ist die abnehmende Höhe der hervorstechenden Maxima auf dieser Strecke, wie sie in der Kurve (Fig. 9) zum Ausdruck kam, beachtenswert.

Überblickt man die Gesamtheit dieser Ergebnisse der Tubificidenuntersuchung für das nördliche Elbufer, so wird man sich überzeugen, daß die Würmer überall am Elbufer im Schorregebiet, von oberhalb Hamburg bis zur See, vorkommen, aber bei und unterhalb von Hamburg eine ganz beträchtliche Anreicherung erfahren. Diese Beobachtung trifft mit den Erfahrungen über die Mengenverhältnisse der Schlammwürmer auf dem Grunde der tieferen Stromteile, besonders im Hafengebiet, ausgezeichnet zusammen. Als ausschlaggebend für die Entstehung maximaler Werte der Tubificidenzahlen muß die reichliche Ablagerung von nahrhaftem Detritus, wie er besonders mit den Sielwässern der Elbe zugeführt wird, bezeichnet werden. Die noch weiter mitzuteilenden Ergebnisse von Untersuchungen südlich vom Fahrwasser der Elbe bestätigen dies.

Im östlichen Teile des Schweinesandgebietes, in dem Winkel zwischen Kanal D und Neßhaken, und an der Alten Süderelbe wurden in

derselben Weise wie am Nordufer Schorreproben entnommen. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in der Tabelle (S. 130ff.) zusammengefaßt und in den schon früher erwähnten Querschnitten (Fig. 10) zum Teil graphisch dargestellt. Man sieht, daß im Schweinesandgebiet (Nr. 31—34) die Werte mit einer Ausnahme von 488 (westlich von Böhaken) unter 300 bleiben. Im Gegensatz dazu liegen an der Alten Süderelbe, am Neßhaken und Kanal D (Nr. 24—30) die meisten über 300 und nicht wenige über 1000. Diese Unterschiede hängen aufs deutlichste mit den Bodenverhältnissen und der Ufernähe zusammen. Während im Schweinesandgebiet Sandboden vorherrscht und nur an geschützteren Stellen, in Buchten und an Prielen, sich Schlammassen ablagern, auch diese meist nicht sehr tief, findet man in jenem Winkel am Kanal D ganz vorwiegend tiefen Schlamm, in den man an vielen Stellen knietief einsinkt.

Setzt man dies ganze Gebiet der Schorre südlich des Fahrwassers in Vergleich zu dem der Nordseite, so fällt vor allem eins auf, nämlich der Mengenunterschied an Schnecken und Muscheln. Längs des ganzen Nordufers kommen neben den Tubificiden andere Tiere nur vereinzelt vor, nur hier und da ein paar Chironomiden und einige Muscheln oder Schnecken. Ich hatte, zumal da Organismen, die für Verunreinigungen charakteristisch wären, nicht darunter zu finden sind, keine Veranlassung, auf diese Tiere einzugehen. Ganz anders ist es an der Südseite. Betrachtet man in der Tabelle die Stationen 24—34 im Vergleich mit den früheren, so wird schon der bloße allgemeine Eindruck, gleichsam die Tabelle nur als graphische Darstellung der Tierbestände gesehen, von dem weit überlegenen Reichtum dieser Stationen überzeugen. Auch die erwähnten graphischen Darstellungen (Fig. 10) zeigen für den Querstreifen Nienstedten-Alte Süderelbe, den Reichtum an Sphaeriiden deutlich. In jener Ecke am Neß ist auch bei den Weichtieren dies Leben noch wesentlich üppiger als in der Umgebung des Böhakens, obwohl auch dort eine reiche Stelle vorkommt. Das liegt augenscheinlich an der vollkommenen Ruhe, welche normalerweise dort in der Ecke herrscht, so daß diesen Organismen ein sehr flaches, sehr stilles Gewässer, dessen Wasser reich an Nährstoffen ist und zweimal täglich so gut wie vollständig erneuert wird, als Lebensgebiet zur Verfügung steht. In der Tat ein Optimum der Existenzbedingungen, das notwendig ein Maximum der Lebensentfaltung zur Folge haben muß. Auch das Pflanzenleben ist hier außerordentlich üppig. Im Sommer bedecken dichte Bestände von hohen Binsen und Rohr den weichen Grund, oder Laichkräuter, Pfeilkräuter usw. bilden grüne Wiesen, in denen sich bei jeder Flut treibende Stoffe ansammeln müssen, die den zwischen den Pflanzen massenhaft lebenden Bodentieren Nahrung zuführen.

Die Mengenunterschiede in den Tierbeständen sind in diesem weiten, flachen, von einigen Prielen durchzogenen Gebiet natürlich besonders

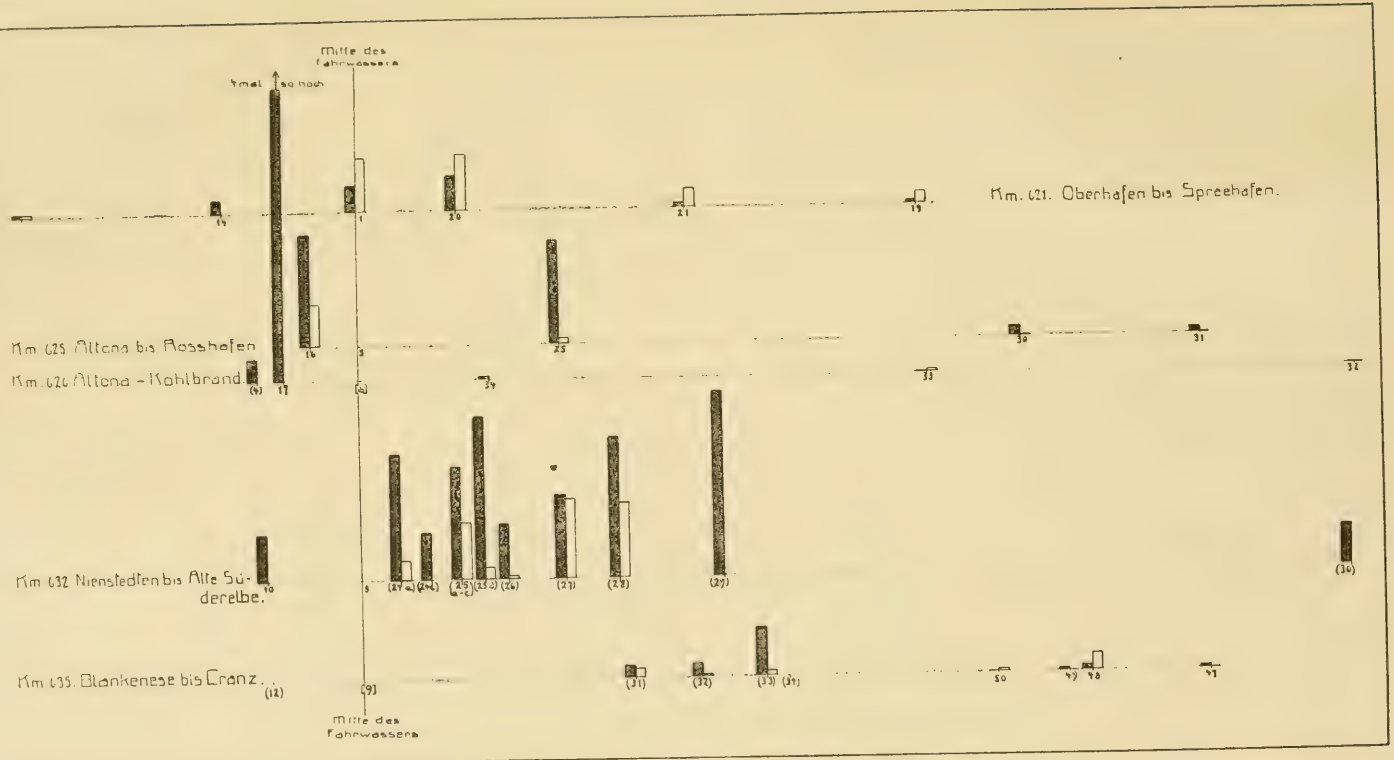


Fig. 10.

Graphische Darstellung der Verbreitung der Tubificiden (schwarz) und Sphaeriiden (weiß) auf fünf senkrecht zum Strom gelegten Querstreifen von je 1 km Breite. Die Abstände der wagerechten Linien entsprechen den Kilometerzahlen an der Seite. Die Strecke, welche auf der senkrechten Linie einem Kilometer entspricht, bedeutet auf den wagerechten 100 m und auf den senkrechten Streifen 333 Individuen auf 100 qcm. Die Zahlen entsprechen den Fangnummern in den Tabellen S. 110 und S. 130; die in runden Klammern betreffen Schorreproben, die anderen Grundproben; die in eckigen Klammern gehören nicht genau dem betreffenden Streifen an.

durch die Bodenart bestimmt, die bald fester, bald loser, bald sandiger, bald schlammiger ist. Auch der Unterschied des Böhakengebiets gegenüber dem am Neß beruht hauptsächlich auf dem Umstande, daß dort, wo die Schorre den Strömungen viel stärker ausgesetzt ist, an den meisten Stellen das leichtere Material immer wieder fortgeführt wird.

Einige Stellen sind durch besonderen Tierreichtum ausgezeichnet. Mehrere davon (Nr. 31, 25 b, 25 c) liegen an oder in Prielen an Stellen, wo die Wasserbewegung besondere Zusammenschwemmungen veranlaßt. Eine andere (28 e) liegt in der geschützten Ecke einer kleinen Bucht, die ebenfalls eine Art Sammelbecken darstellt. Besonders beachtenswert ist die Stelle Nr. 27. Das war eine in einem starken, flußartigen Priel gelegene Muschelbank, auf der Massen von Schalen, von abgestorbenen Tieren und von lebenden Mollusken (auch Najaden) zusammengetrieben waren. Die Körper der abgestorbenen Tiere gaben dem schwarzen Schlamm im Innern der Bank einen intensiven Fäulnisgeruch.

Wenn die Entnahmestellen in dem weiter westlich gelegenen Böhakengebiet wesentlich niedrigere Tierzahlen haben, so kommen doch auch dort einzelne günstigere Stellen vor. Die Zahl der entnommenen Proben war bisher zu gering, und die statistische Untersuchung dehnte sich über einen zu beschränkten Teil des Gebietes aus, als daß sie ein ganz befriedigendes Bild geben könnte. Es gibt dort, z. B. südlich von dem neugebauten Leitdamme, ausgedehnte flache Senkungen, die meist auch bei Niedrigwasser vom Wasser bedeckt bleiben, und die dem Augenschein nach ein sehr reiches Tierleben besitzen. Die eigentliche Schorre scheint, wenige Stellen ausgenommen, hier im ganzen ärmer, zu sein, als in jener Ecke zwischen Kanal D und Neßhaken. Die noch tieferen, auch bei Niedrigwasser nicht mehr sichtbaren Teile der Schweinesandbucht haben, soweit meine Erfahrungen reichen, meist sandigen Boden und kein sehr reiches Tierleben (vgl. z. B. auf Fig. 10 in dem Querschnitt Blankenese-Cranz die südlichen Stationen).

Als Ganzes betrachtet, darf dieses Gebiet als ein zweites, unteres Hauptgedeihgebiet der Sphaeriiden bezeichnet werden, dem man auch die hafenartigen Finkenwärder Kanäle, deren Grund massenhaft Sphaeriiden beherbergt, zurechnen muß. Ob man dieses untere Gebiet dem oberen, von dem es hauptsächlich durch die Waltershofer und Kuhwärder Häfen getrennt ist, als gleichartig biologisch bedingt gegenüberstellen darf, wage ich nicht zu entscheiden. Immerhin wäre es denkbar, daß wir uns hier in einer unteren, dort in einer oberen Zone gleichartiger Abwässerverarbeitung befänden, die voneinander getrennt wären durch das sehr verunreinigte Kuhwärder Gebiet und das sehr reine Köhlbrandgebiet.

Wenn nach den Stätten der Selbstreinigung in der Niederelbe gefragt wird, muß ohne Zweifel das eben beschriebene Gebiet ungeheuer

üppiger Lebensentfaltung mit an erster Stelle genannt werden. Ist es schon nicht möglich, seinen Wert für die zu leistende Arbeit abzuschätzen, so ist doch seine große Bedeutung nicht zu bezweifeln. Auch deswegen ist es von besonderem Interesse, weil nirgends so sinnfällig wie hier sich nachweisen läßt, wie die Lebewesen unablässig und bei ihrer Massenhaftigkeit mit gewaltigen Kräften an der Umgestaltung der Stoffe arbeiten, welche die rhythmisch kommenden und gehenden Wassermassen ihnen Tag für Tag zuführen. Wir vermögen nicht zu beurteilen, wie groß die Bedeutung der Abfälle menschlichen Ursprungs unter dem Material für die Lebensarbeit dieser Organismen ist. Bei Ebbe können ja die Abwässer von Hamburg nicht in dies Gebiet gelangen, weil sie an der Nordseite des Stromes hinabtreiben und vom Schweinesandgebiet durch das Köhlbrandwasser getrennt bleiben. Aber beim Umsetzen der Strömung und gleichzeitigen Steigen des Wassers müssen sie sich über diese Flächen ausbreiten und ihre bis dahin nur wenig zur Ruhe gekommenen Detritusmassen absetzen. Jedenfalls wissen wir, daß hier die Arbeitskräfte vieler Millionen von Lebewesen jederzeit bereit stehen, hochmolekulare Stoffe abzubauen oder umzubauen und so der Fäulnis zu entziehen. Insoweit aber Sielreste hierher gelangen und in den Lebensvorgängen der Bodentiere zur Verarbeitung kommen, findet auch, wie oft hervorgehoben worden ist, eine umfangreiche Zubereitung von Fischnahrung statt, ebenso wie das in der Entwicklung der massenhaften, früher besprochenen *Eurytemora*-schwärme der weiter abwärts gelegenen Gegenden geschieht.

Zum Verständnis der biologischen Verhältnisse der Schorre in allen ihren Erscheinungsformen, wie sie sich in der Gegend von Hamburg finden, und ihrer Bedeutung für die Verunreinigungsfrage, wird ein Vergleich mit zwei anderen Lebensbezirken von Nutzen sein, von denen sie als Sonderform abgeleitet werden kann, nämlich einerseits mit den Watten der Meeresküste, andererseits mit dem Grunde des Stromes und seiner Nebengewässer.

Es hat sich gezeigt, daß die Schorrefauna mit der Grundfauna in ihren Hauptbestandteilen, Tubificiden, Sphaeriiden, Schnecken usw., übereinstimmt. Eine Auslese aus der Grundfauna wird wohl zum Teil durch das strömende Wasser bewirkt, das den Sphaeriiden auf einigermaßen geneigten oder überhaupt auf Flächen, die einer kräftigen Brandung ausgesetzt sind, sich anzusiedeln nicht gestattet. Die Zahlen der Sphaeriiden hier und dort in Vergleich zu stellen, ist schon aus diesem Grunde nicht angängig. Noch wesentlicher aber ist der Unterschied in der Sauerstoffzufuhr. In jenen tiefen Hafenbecken, wo Würmer, Muscheln und Schnecken sich so üppig entwickeln, herrscht zweifellos — und auch empirisch nachweisbar — ein extremer Mangel an Sauerstoff. Es ist bekannt, daß die Tubificiden am Grunde der Gewässer, mit ihrem Hinter-

leibe hervorragend, im Schlamme zu stecken pflegen und fortwährend pendelnde Bewegungen machen, um das Wasser in ihrer Umgebung zu wechseln und die geringen Sauerstoffmengen auszunutzen. Im Schorregebiet leben sie augenscheinlich mehr nach Art der Regenwürmer. Dabei werden durch die Berührung des von Wurmröhren durchsetzten Schlammes mit der Luft ganz andere, wesentlich günstigere Verhältnisse für die Atmung hervorgebracht. Mit so wenig Sauerstoff auch diese Tiere auskommen können — vielleicht können sie ihn, wie manche andere Würmer, zeitweise ganz entbehren —, so wird doch ein Überfluß daran auch auf sie günstig wirken. Man kann also auch die Befunde an ihnen nicht unmittelbar mit denen auf dem Grunde vergleichen. Ein dritter Unterschied, der in bezug auf die Lichtzufuhr, kommt wohl weniger für die Tiere in Betracht. Ein vierter betrifft die Ernährungsweise. Es ist anzunehmen, daß die Sinkstoffe bei Ablaufen des Wassers in den Boden hineingezogen werden, was für die Tubificiden von Wichtigkeit sein würde. Andererseits mögen die Ernährungsverhältnisse für die Sphaeriiden ungünstiger sein, da nur für einen Teil der Zeit Wasser, aus dem sie Nahrung entnehmen können, über dem Grunde steht. Wenn also eine weitgehende Übereinstimmung in der Zusammensetzung der Faunen in diesen beiden Gebieten besteht, so sind andererseits wieder die Lebensbedingungen so unähnlich, daß man die beiden Lebensgemeinschaften doch als verschieden betrachten muß.

Biologisch ähnlich sind dagegen die Verhältnisse denen auf den Meereswatten, wennschon Fauna und Flora dort vollkommen verschiedene sind. Wir haben dort wie hier ausgeprägt günstige Ablagerungsgründe, auf denen viele Tiere leben, deren Ernährung durch Detritus besser nachgewiesen und im einzelnen untersucht ist, als bei denen der Süßwasserschorre (vgl. HENTSCHEL 1915). Auch das Pflanzenleben zeigt verwandte Züge. Neben höheren, meist nicht ganz überfluteten Pflanzen, welche mit ihren Wurzeln den gut gedüngten Boden durchsetzen (z. B. Queller) sind grüne Algen über diese Flächen verstreut, sowie jene dünnen, leuchtend braunen Diatomeen-Überzüge vorhanden, die man auch in der Süßwasserschorre beobachtet. Diese Diatomeen bedürfen nachweislich eines mit organischen Stoffen gedüngten Nährbodens, den sie hier aufs beste vorbereitet finden. Weiter kommen in beiden Gebieten in den flachen Pfützen und Furchen Protozoen, sowohl Ciliaten wie Flagellaten, die sich wohl meist von Abfallstoffen ernähren, in Menge vor. Charakteristisch ist auch für das Watt hier wie dort die Anschwemmung von tierischen Resten, Muschelschalen, Schneckenschalen, absterbenden Tieren aller Art, losgerissenen Pflanzen usw. Aus ihnen bilden sich solche Bänke, wie ich sie aus der Gegend am Neß beschrieben habe, unter denen ein faulender Schlamm mit verwesenden Tierresten liegt, an dessen Oberseite

aber zahlreiche Tiere leben. Der unangenehme Geruch an solchen Stellen ist keine besondere Eigentümlichkeit des Abwasserbereichs; ich habe ihn auch oberhalb von Glückstadt beobachtet, und bei Friedrichskoog sagten mir die Krabbenfischer, daß das Watt im Anfang des Sommers „stinkt".

Anschwemmungen absterbender oder abgestorbener Schnecken und Muscheln am nördlichen Elbufer unterhalb Hamburgs sind des öfteren (vgl. z. B. BONNE 1900, S. 21, dagegen VOLK 1903, S. 76) als eine Folge der Verschmutzung der Elbe durch Abwässer erklärt worden. Schon SCHIEMENZ hat (1908, S. 68) dagegen angeführt, daß ein großes Absterben von Mollusken überall im Süßwasser im Anschluß an die Fortpflanzungsperiode in ganz normaler Weise stattfindet. Gegenwärtig sind derartige Anschwemmungen nach meinen Erfahrungen nur selten und unbedeutend. Ich habe ein einziges Mal auf dem flachen Vorlande unterhalb des Teufelsbrücker Hafens eine Anzahl toter Sphaeriiden gefunden. Nach meinen Erkundigungen sind stinkende Anhäufungen verwesender Molluskenleichen jedoch früher, z. B. bei Neumühlen und Övelgönne, eine regelmäßige Erscheinung gewesen. Sie sollen nach den Aussagen von dort lebenden Bootsverleihern etwa seit zehn Jahren aufgehört haben, und zwar, wie die Betreffenden vermuten, infolge der Anlage der Waltershofer Häfen. Im Gebiet dieser Häfen haben früher große Sand- und Schlickflächen gelegen, auf denen eine üppige Molluskenfauna gedieh. Bei starken Fluten sollen viele von diesen Tieren in den Strom und auf das andere Ufer hinübergetrieben und dort abgestorben sein. Ob diese Angaben richtig sind, kann ich nicht beurteilen.

Der Vergleich mit den Watten an der Elbemündung zeigt also, daß weder die Anschwemmung von toten oder absterbenden Tieren noch üble Gerüche hier ein Beweis für Verunreinigung durch Abwässer sind. Auch das Vorkommen von Tubificiden ist es nicht; wohl aber kann die bedeutende Mengenzunahme der Schlammwürmer unterhalb von Hamburg nicht gut anders erklärt werden.

Die Frage der Schorrebiologie ist, wie man sieht, vom abwasserbiologischen Standpunkt aus gesehen, ein wesentlicher Bestandteil sowohl der Tubificidenfrage, die unten (S. 152) ausführlicher behandelt werden wird, wie auch des Selbstreinigungsproblems, auf das ich ebenfalls (S. 173) zurückkomme. Aber auch unabhängig von diesen besonderen Fragen wird die biologische Beobachtung und statistische Untersuchung der Schorre im Hamburger Gebiet immer besonderen Wert behalten, weil sie mit ihren ortsbeständigen makroskopischen Pflanzen und Tieren und ihrer guten Zugänglichkeit die schnelle und sichere Gewinnung von Erfahrungen über eine für ihren Standort sehr charakteristische Lebensgemeinschaft gestattet. Sie hat für die Erkenntnis der Verunreinigung

des Strombodens eine ähnliche Bedeutung wie der Oberflächenbewuchs an den schwimmenden Bauten für die Erkenntnis der Verunreinigung des Wassers selbst.

f) Das Leben im Strom als Ganzes.

(Zusammenfassung.)

Die zahlreichen Einzelbefunde über den Einfluß der Verunreinigungen auf die Lebensgemeinschaften in einem Urteil über die Verunreinigungen zusammenzufassen, soll die Aufgabe des letzten Hauptabschnittes der Arbeit sein. Es wird aber schon hier, zum Schluß der Besprechung der einzelnen Lebensgemeinschaften, am Platze sein, zu fragen, nach welchen allgemeinen Regeln die Beschaffenheit der Lebensgemeinschaften von der normalen abweicht.

Allen gemeinsam ist im großen und ganzen die Bewahrung des normalen Zustandes in bezug auf die qualitative Zusammensetzung der Fauna und Flora. Von dieser Regel finden sich Ausnahmen nur im Gebiet am Nordufer zwischen St. Pauli und Neumühlen. In der quantitativen Zusammensetzung ist dagegen der normale Zustand mehr oder weniger abgeändert; sehr beträchtlich bei den ganz ortsbeständigen, sehr wenig bei den stark ortsveränderlichen Organismen. In allen Lebensgemeinschaften ist der Gesamtreichtum an Individuen ein sehr bedeutender. Der Reichtum an Arten dürfte stellenweise verringert sein.

Jede Lebensgemeinschaft reagiert auf die Verunreinigungen in spezifischer Weise und kennzeichnet sie daher von anderen Seiten als die anderen Lebensgemeinschaften. Für die Eigentümlichkeiten der Reaktionsweise sind die ökologischen Beziehungen einer jeden zu dem verunreinigten Wasser maßgebend, hauptsächlich die folgenden:

1. Die Ortsbeständigkeit. Je ortsbeständiger, um so charakteristischer für den örtlichen Zustand der Verunreinigung.
2. Die Lebensdauer und Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Je langlebiger, um so mehr für den Dauerzustand oder Durchschnittszustand, je kurzlebiger, um so mehr für die Schwankungen charakteristisch.
3. Die Stoffwechselverhältnisse. Je empfindlicher für die Existenzbedingungen in Abwässern, nämlich Nahrungsreichtum, Sauerstoffmangel und Giftgehalt, um so charakteristischer.
4. Die Empfindlichkeit für andere als Verunreinigungsfaktoren. Je mehr von Wasserbewegung, Sedimentation, Erwärmung, Durchleuchtung usw. abhängig, um so weniger charakteristisch für Verunreinigungen.

Wie jede Lebensgemeinschaft, so reagiert auch jede ihrer Arten in besonderer Weise. Am einseitigsten und stärksten tun das die unten zu besprechenden Leitorganismen.

Wie das passive Verhalten der Organismen zu den Verunreinigungen, ist auch das aktive im Selbstreinigungsprozeß des Stromes für die einzelnen Lebensgemeinschaften sehr verschieden. Es beruht auf der Verschiedenheit der Stoffwechselvorgänge und der Massenentfaltung jeder Lebensgemeinschaft im Strom.

Örtliche Unterschiede, welche auf die Verunreinigungen zurückzuführen sein dürften, finden sich in allen Lebensgemeinschaften, wenn auch beim Plankton nur undeutlich erkennbar. Innerhalb jeder gelangen sie zur klarsten Ausprägung an den Leitorganismen, in deren Schlußzusammenfassung (S. 160) darauf eingegangen wird.

2. Leitorganismen.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß eine „Verunreinigung" als solche kein biologischer Faktor sein kann. Wenn man von einem Reagieren der Tiere und Pflanzen auf Verunreinigungen spricht, so ist das nur ein vereinfachter oder vorläufiger Ausdruck für ein Reagieren auf bestimmte, sehr verschiedene, mit der Verunreinigung zusammenhängende Veränderungen in der Wasserbeschaffenheit. Hauptsächlich kommen hier die Verhältnisse von Nahrung und Sauerstoff als Lebensbedingungen in Betracht. Eine Vermehrung der normalen Nahrungsmengen im Strom kann eine Vermehrung von Organismen. eine Verminderung des Sauerstoffs eine Verminderung von Organismen zur Folge haben. Die verschiedenen Tiere und Pflanzen sind aber äußerst verschieden in der Art ihres Nahrungsbedürfnisses und dem Grade ihres Sauerstoffbedürfnisses; jede Art reagiert auf diese beiden Faktoren in spezieller Weise. Sie reagiert ferner auf andere begleitende Faktoren der Verunreinigungen, z. B. die Entwicklung giftiger Gase, die Ablagerung von Schmutzstoffen. Weiter muß auch in ausgedehntem Maße eine Art auf die Gegenwart der anderen reagieren. Wenn z. B. gewisse Pilze sich üppig entwickeln, so nehmen sie gewissen Tieren die Lebensmöglichkeiten, während sie anderen Nahrung geben. Wenn Muscheln, Schnecken und Würmer sich vermehren, so vermehrt sich in ihnen auch die Nahrung der Fische. Das Gedeihen oder Nichtgedeihen der Bakterien hat einen tiefen Einfluß auf das ganze übrige Leben im Wasser. So baut sich die Lebensführung jedes einzelnen Organismus' im Abwassergebiet auf komplizierten Bedingungen auf.

Wenn nun ein Organismus im Abwassergebiet auf irgendeinen oder einige von diesen mit der Verunreinigung zusammenhängenden lebengestaltenden Einflüssen ganz besonders bestimmt, ganz besonders stark, ganz besonders einseitig reagiert, so kann er die Rolle eines „Leitorganismus" spielen. Eine solche Leitform ist ein besonders fein

empfindlicher Organismus, der durch die Abwässer entweder eine entschiedene Hemmung oder eine entschiedene Förderung seines Gedeihens erfährt. Der Grad dieser Empfindlichkeit, der sich in Vorkommen oder Nichtvorkommen, Häufigkeit oder Seltenheit der betreffenden Tiere und Pflanzen ausdrückt, bestimmt den Wert, welchen jedes von ihnen als Leitorganismus haben kann. Die Verwertung der Leitorganismen kann aber nicht nur nach dem Grade ihrer Empfindlichkeit, sondern muß vor allem nach der Art ihrer Empfindlichkeit stattfinden. Die Benutzung einer Art als Leitform setzt eigentlich die gründlichste Kenntnis ihrer Lebensweise voraus. Diese Bedingung ist leider nur selten — man kann getrost sagen: niemals — erfüllt, und in diesem Umstande liegt eine große Gefahr für die Urteilsbildung, da man, solange gewisse Organismen ganz allgemein als „Abwasser-" oder „Reinwasserformen" bezeichnet werden, über die Bedeutung ihres Vorkommens oder Fehlens leicht zu Trugschlüssen verleitet wird. Ich möchte deswegen der folgenden Besprechung bestimmter Arten, so charakteristisch ihr Vorkommen im Gebiet auch sein mag, keine überwiegende Bedeutung beigelegt wissen. Besonders sollten sie nicht kurzer Hand zum Vergleich des Untersuchunsgebietes mit anderen Verunreinigungsgebieten benutzt werden. Dazu ist die allgemeine Beschaffenheit der Lebensgemeinschaften mehr geeignet.

Die Bedeutung der Leitformen liegt meines Erachtens hauptsächlich in zwei Vorzügen, die sie den „Lebensgemeinschaften" gegenüber für die Urteilsbildung haben. Zunächst sind sie zu kartographischen und anderen graphischen Aufstellungen mehr geeignet als diese. Man kann für eine einzelne Art immer feststellen, ob sie vorkommt, und in welcher Häufigkeit sie von Ort zu Ort vorkommt. Bei Lebensgemeinschaften bleiben entsprechende Angaben im ganzen sehr unbestimmt, und die graphischen Darstellungen sind wesentlich schwieriger. Damit werden die Leitformen auch zum sichersten Mittel für den Nachweis von Veränderungen der Organismenverbreitung in der Zukunft. Das zweite und wichtigere aber ist ihre Bedeutung für eine Analyse der biologischen Wirkungen der Verunreinigungen, die sie auf Grund ihrer spezifischen Reaktionsfähigkeit ermöglichen. Wenn man weiß — was allerdings selten der Fall ist — auf welches Merkmal der Verunreinigung ein gewisser Organismus so besonders scharf reagiert, welches Merkmal er also an den Verunreinigungen nachweist, so wird man daraus recht sichere Schlüsse über die Beschaffenheit der Verunreinigungen ziehen können.

Bei der Auswahl der zu behandelnden Leitformen gründe ich mich teils auf die Literatur, teils auf die Erfahrungen im Untersuchungsgebiet. Besonders Kolkwitz und Marsson (1908 und 1909) und Mez (1898) haben Leitorganismen ausgewählt. Die ersteren stellen für die einzelnen Stufen der Selbstreinigung sehr zahlreiche Arten zusammen, heben aber die

charakteristischsten gewöhnlich besonders hervor. Der letztere wählt einige wenige Formen aus. Ich bespreche diese wichtigsten Arten auch dann mit, wenn sie im Untersuchungsgebiet keine Rolle spielen. Die Arten oder Artengruppen, welche ich in Betracht ziehe, sind im Inhaltsverzeichnis angegeben.

a) Pilze.

Sphaerotilus natans Ktzg. und Cladothrix dichotoma Cohn.

Über die Diagnose des bekanntesten Abwasserpilzes *Sphaerotilus natans*, einer Fadenbakterie, die bisweilen (MOLISCH 1910) zu den Eisenbakterien gerechnet wird, herrscht noch keine Einigkeit. Es bleibt nämlich fraglich, wie sie sich zu der verwandten *Cladothrix dichotoma* (= *Cohnidonum dich.*) verhält. Beide werden z. T. in verschiedenen Gattungen (z. B. MEZ 1898, S. 69), z. T. nur in eine Gattung (z. B. MIGULA 1904/07, S. 145) gestellt, z. T. sogar nur als verschiedene Wuchsformen einer und derselben Art (z. B. KOLKWITZ 1906, S. 410 oben und sonst) betrachtet. Eine neue, ausführliche Untersuchung von ZIKES (1915, S. 529 ff.) führt ihren Verfasser zu dem Schluß, daß die Pilze in zwei verschiedene Gattungen zu stellen seien. Es wird jedoch nichts zur Begründung dafür angeführt, weshalb den nachgewiesenen Unterschieden der Wert von Gattungsmerkmalen, nicht von Artmerkmalen oder anderen zugesprochen werden müßte. Mir scheint es auch nach der klaren und übersichtlichen Gegenüberstellung beider Formen am Schluß der ZIKESschen Arbeit noch sehr wohl möglich, selbst den Artwert der Unterschiede anzuzweifeln, besonders deswegen, weil die zwölf Unterscheidungsmerkmale, die dort angeführt werden, durchweg nicht gegensätzlicher, sondern gradweiser Art sind. Die Frage des Übergangs und der Zwischenformen wird nicht behandelt. ZIKES geht von Anfang an von differenten Kulturen aus. Es ist aber nachgewiesen worden, daß verschiedene Bakterienformen, selbst wenn sie unter allen möglichen Kulturbedingungen different bleiben, doch sehr nahe verwandt sein können (vgl. MIGULA 1904/7, S. 35 ff.).

In meiner Arbeit über den Bewuchs im Hamburger Hafen (1916 b) habe ich keinen Unterschied zwischen *Cladothrix* und *Sphaerotilus* gemacht. Aus den genauen Feststellungen über die „Endenzahlen" der Pflänzchen geht aber hervor, daß ich immer oder ganz vorwiegend, außer vielleicht z. T. bei St. Pauli, die verzweigte Form vor mir gehabt habe. In der vorliegenden Arbeit trenne ich praktisch die Formen voneinander, ohne damit über ihre systematischen Beziehungen irgend etwas aussagen zu wollen. Ich bezeichne mit *Sphaerotilus* Bestände, in denen ich keine Verzweigungen habe nachweisen können, mit *Cladothrix* Bestände, in denen Verzweigungen häufig sind. Zweifelhafte Fälle lasse ich für die Beurteilung der Abwasserverhältnisse außer Betracht.

In betreff des Vorkommens sagt ZIKES auf Grund der Literatur folgendes aus: *Cladothrix* „findet sich nur in geringen Mengen und in verhältnismäßig reinerem Wasser, d. i. in Wässern, welche Grünalgen, *Elodea canadensis* und andere ähnliche Wasserpflanzen enthalten“.

Sphaerotilus „wächst in üppigen Massen, und zwar in Wässern, welche einen höheren Grad der Verschmutzung aufweisen, in welchen sich nur bestimmte Formen von Blaualgen halten können“.

KOLKWITZ und MARSSON erklären (1908, S. 510 ff.) *Sphaerotilus* als polysaprob und α-mesosaprob, letzteres „wenn in Gemeinschaft mit mesosaproben Bacillariaceen und wenn teilweise mit *cladothrix*artiger Verzweigung“, *Cladothrix* als β-mesosaprob.

Die Beziehungen zum Vorkommen der Algen, welche von ZIKES als charakteristisch hingestellt werden, sind für die Hamburger Verhältnisse nicht brauchbar. *Elodea canadensis* kommt, wie aus den allgemeinen Lebensbedingungen dieser Pflanze verständlich wird, im Hamburger Hafen überhaupt nicht vor. Grünalgen, unter denen *Cladophora glomerata* die wesentlichste ist, finden sich nur in der oberflächlichsten Zone, dort aber im ganzen Hafengebiet, wenn auch in wechselnder Stärke. Gebiete, wo sich „nur bestimmte Formen von Blaualgen halten können“, sind nicht vorhanden, oder sie müßten im engsten Sinne örtlich beschränkt sein.

Die von ZIKES berücksichtigte Üppigkeit des Wachstums ist, wie aus meinen Untersuchungen (1916 b, vgl. besonders Fig. 15) hervorgeht, bei St. Pauli ganz auffallend größer als an den anderen, weiter aufwärts gelegenen Stationen. Noch deutlicher zeigen das die Plattenreihen vom Herbst 1916 und Frühling 1917 (s. o. S. 80), welche das ganze Altonaer Gebiet längs des Nordufers als durch üppiges Wachstum gekennzeichnet erweisen. Dabei handelt es sich aber um *Cladothrix*, nicht um *Sphaerotilus*.

Betrachtet man nur die Frage der Verzweigung als entscheidend, so kann von einem Vorkommen des *Sphaerotilus* im Altonaer Gebiet wohl gesprochen werden. Ich habe im Herbst und Winter 1916 wiederholt Proben des oberflächlichen Bewuchses an den Pontons, d. h. *Cladophora* mit weißlichem Besatz, untersucht, ohne an den Pilzfäden Verzweigungen nachweisen zu können. Ähnlich verhielt es sich z. T. mit konserviertem Material aus früheren Jahren, wobei jedoch immer hier und da auch echte *Cladothrix* zu finden war, die sich auch in der geringen Dicke der Fäden von dem unverzweigten Material zu unterscheiden pflegte. Im Frühling 1917 herrschte *Cladothrix* im Bewuchs an Pontons entschieden stark vor. Auf dem Plattenmaterial in etwa 1 Meter Tiefe habe ich stets nur *Cladothrix* gefunden. Der Objektträgerbewuchs vom 28. April 1915, den ich (1916 b, Fig. 15, S. 104) früher abgebildet habe, bestand aus echter *Cladothrix* mit vielfacher Verzweigung.

Die Fäden von *Sphaerotilus* saßen im Herbst 1916 gewöhnlich auf abgestorbenem Geäst von *Carchesium*, das sie damals, mit *Thiothrix* zusammen, fast ganz bedeckten, jedoch keineswegs in auffallender Üppigkeit, vielmehr hinter der Schwefelbakterie zurücktretend. Man wird also sagen müssen, daß *Sphaerotilus* in dem am stärksten verunreinigten Gebiete vorkommt, wo aber daneben (besonders auch darunter) *Cladothrix* gedeiht. Während jener Pilz wenig üppig entwickelt ist, gedeiht dieser dort, anderen Hafengebieten gegenüber, in besonderer Üppigkeit. Auch die meist nur mikroskopischen Flöckchen, welche sich im Plankton manchmal finden, zeigen, soweit ich es beobachtet habe, immer *Cladothrix*-Verzweigung. Nach Kolkwitz und Marsson wird man also (s. o.) dieses Gebiet als α-mesosaprob bezeichnen müssen, wofür auch die Befunde an anderen Organismen sprechen.

Allgemein erweist sich *Cladothrix* in dem hier gedachten engeren Sinne als ein vorzüglicher Anzeiger der Intensität der Verunreinigung, wenigstens in den Gebietsteilen mit bewegtem Wasser. Für die oberhalb von Altona gelegenen Hafenteile ist das in meiner Bewuchsarbeit (1916 b und 1916 a, in welcher letzteren sich eine Abbildung von *Cladothrix* in der bei Hamburg gewöhnlichen Verzweigungsform findet) eingehend nachgewiesen, für das Altonaer Gebiet und das Gebiet unterhalb der Städte zeigen es die eben erwähnten Bewuchsplattenreihen (vgl. S. 77 ff.). Die Zahlenreihen zu den letzteren erweisen deutlich eine Abnahme des Gedeihens der Art stromabwärts. Auch die Verunreinigung durch das Reiherstiegsiel wird durch den Pilz deutlich nachgewiesen (S. 76).

Wenn man gegenwärtig noch die Frage der Verzweigung fast allein bei diesen Fadenbakterien als ausschlaggebend für die Beurteilung der Verunreinigungen zu betrachten pflegt, so zeigen doch die Plattenversuche, daß man Aussicht hat, mit quantitativen Methoden wesentliche bestimmtere Ergebnisse und sicherere Anhaltspunkte zu gewinnen.

Bemerkt sei noch, daß das berüchtigte Treiben von Pilzflocken im allgemeinen bei Hamburg unbekannt ist. Bei den zahlreihen Fahrten und Begehungen längs des Nordufers habe ich nur einmal Spuren davon bei Neumühlen gesehen. Dagegen entstehen am Südufer zeitweise unter dem Einfluß des oberflächlich mündenden (!) Reiherstiegsiels Flockentreiben, die allerdings bei der geringen Abwassermenge des Siels örtlich ganz beschränkt bleiben.

Schwefelbakterien.

Diese Fadenbakterien sind als charakteristische Organismen schwefelwasserstoffhaltiger Flüssigkeiten, und daher auch der Abwässer, bekannt. Kolkwitz und Marsson setzen (1908, S. 511) die Arten der Gattung *Beggiatoa* in die am stärksten verunreinigte, die polysaprobe Zone, *Thiothrix* in die nächst günstigere, die α-mesosaprobe.

VOLK gibt (1903, S. 75) für den Altonaer Hafen an „im Sommer Massen von *Beggiatoa alba*". Diese Beobachtung kann ich nicht bestätigen, womit aber nicht gesagt ist, daß sie falsch war. SCHORLER (1898, S. 31) hat gezeigt, wie wechselnd die Bestände dieses Pilzes sein können. Wesentlich wichtiger aber ist, daß zur Zeit der VOLKschen Beobachtungen die jetzige Einmündung der Siele in die Elbe mit ihrer Abfischvorrichtung noch nicht bestand, so daß die Verhältnisse damals wesentlich ungünstiger gewesen sein können. Nach den übrigen Befunden über die Fauna und Flora des Altonaer Hafens und nach der Einschätzung des Pilzes durch KOLKWITZ und MARSSON ist sein Vorkommen dort an Bollwerken und Pontons jetzt unwahrscheinlich. Eher sollte man ihn vielleicht in tieferen Schichten und auf dem Schlamm erwarten.

Dagegen habe ich *Thiothrix nivea* im Altonaer Hafen im November 1916 reichlich gefunden. OMELIANSKI sagt über diesen Pilz (1904/06, S. 230): „Das Wachstum der *Thiothrix*arten in den Gefäßen ist sehr auffällig und von dem der Beggiatoen verschieden: sie wachsen fast immer nur an der Oberfläche von stark schwefelwasserstoffhaltigen Flüssigkeiten, schleimige Büschel bildend." In der Tat lebte *Thiothrix* auf der Strecke St. Pauli-Neumühlen in dem Oberflächenbewuchs, gemeinsam mit *Carchesium polypinium, Sphaerotilus* und *Cladothrix,* besonders an den *Cladophora*büscheln. Zumal an den Enden der Algenästchen saßen die Bakterienfäden in charakteristischen Büscheln. Für gewisse Zeiten werden sie als die vorherrschenden Pilze gelten müssen, doch kommen sie keineswegs regelmäßig vor. Während sie im November 1916 an allen Proben reichlich vorhanden waren, habe ich sie später (bis Mai 1917) nicht wiedergefunden. Auch ließen sie sich z. B. an Material vom November 1913 nicht sicher feststellen.

Die Befunde über Schwefelbakterien stimmen also in betreff der Abschätzung der Verunreinigungen recht gut zu denen an anderen Organismen.

Leptomitus lacteus Ag.

Dieser bekannte und mikroskopisch leicht erkennbare Abwasserpilz wird von KOLKWITZ und MARSSON in die ziemlich stark verunreinigte α-mesosaprobe Zone gesetzt (1908, S. 512). MEZ (1898, S. 535 ff.) legt seiner Beobachtung besonders großen Wert bei.

Im Untersuchungsgebiet kommt er nur vereinzelt vor, wie denn nach KOLKWITZ die Elbe überhaupt kein günstiger Strom für ihn zu sein scheint. Ich fand ihn im Sommer 1914 im Altonaer Hafen an einer Stelle, im Herbst 1914 an dem Ponton, welcher im Oberhafenkanal dicht bei der Brücke neben dem Billhafen liegt, und zwar dort in auffallender Weise an der Wassergrenze als dichtes, etwa 2—3 cm breites Polster, schließlich bei Nienstedten in kräftigen Zotten an einem Draht hängend.

Aus der Seltenheit des Pilzes im Hamburger Hafen ist nicht viel zu schließen, da er überhaupt in der Elbe nicht häufig ist. Das vereinzelte Vorkommen bei Nienstedten ist von besonderem Interesse, weil wahrscheinlich eine örtliche Ursache, das dicht oberhalb von dieser Stelle stattfindende Einströmen von Brauereiabwässern, dafür verantwortlich zu machen ist.

VOLK gibt an (1903, S. 75), daß der Pilz im Altonaer Hafen in der kalten Jahreszeit massenhaft auftritt. Meine Beobachtungen entsprechen dem, wie man sieht, nicht. Wie sich dieser Widerspruch erklären mag, habe ich soeben bei der Besprechung der Schwefelbakterien auseinandergesetzt.

b) Andere Pflanzen.

Oscillatorien.

Die Bedeutung der blaugrünen Fadenalgen für die Abwasserbeurteilung ist besonders von MEZ (1898, S. 540) hervorgehoben worden. KOLKWITZ und MARSSON (1908, S. 511 ff.) führen in allen Stufen der Verunreinigung, außer der ersten, polysaproben, Arten von *Oscillatoria* an. MEZ nennt fünf Arten als Abwasserformen.

Im Hamburger Gebiet kommen Arten der Gattung sehr häufig vor. Auf den Bewuchsplatten, welche in 1 m Tiefe oder tiefer ausgehängt waren, traten sie allerdings fast gar nicht auf. Dagegen findet man sie nicht selten im Bewuchs an Pontons dicht unter der Wasseroberfläche. Auch an den Bojen sind sie bis ins Brackwassergebiet zu finden. Ihre Hauptverbreitung aber haben sie, wie schon oben (S. 85) gesagt wurde, in der Zone zwischen Hochwasser- und Niedrigwassergrenze, und zwar in ihrem unteren, meist braun gefärbten Teil. Sie leben dort oft massenhaft, sowohl an Pfählen und Mauern wie an Stacks. Aber hier handelt es sich wahrscheinlich im allgemeinen nicht um die von MEZ bezeichneten Abwasserarten.

MEZ sagt: „Oscillarienvegetationen in Abwässern sind fast stets beinahe schwarz, seltener schwarzgrün oder schwarzbraun“ und gibt weiter an, daß sie an den Ufern in Bachbetten Überzüge bilden, die auch aus dem Wasser herauswandern und weithin das Ufer bedecken können. Auch auf faulenden treibenden Stoffen bilden sie Überzüge. Sie sollen jedoch hauptsächlich in stehenden und langsam fließenden Gewässern vorkommen.

Da die sichere mikroskopische Unterscheidung der Arten nicht ganz leicht ist, habe ich mich in bezug auf diese Pflanzen im wesentlichen darauf beschränkt, auf das Vorkommen jener schwarzen Überzüge zu achten. Im allgemeinen sind die Überzüge bei Hamburg lebhaft braun und nicht dunkel, selten stellenweise blau. Ich habe in einer Einbuchtung am Altonaer Hafen bei der „Neuen Anfahrt“ den schwarzen Überzug

beobachtet und festgestellt, daß er aus *O. tenuis,* einer Abwasserform, bestand. Auch bei der Altonaer Fischhalle und bei der Hafenstraße in St. Pauli war der Überzug zeit- und stellenweise schwarz. Damit wären also Anzeichen stärkerer Verunreinigung in dem auch durch andere Organismen als ziemlich stark verunreinigt gekennzeichneten Gebiet gegeben. Allerdings fanden sich im Altonaer Hafen usw. in der Umgegend jener schwarzen Stellen in wesentlich größerem Umfange braune Bewüchse, die hauptsächlich aus Diatomeen bestanden, also auf verhältnismäßig günstige Verhältnisse deuteten.

Möglicherweise wird bei ausgedehnteren und eingehenderen Untersuchungen, vielleicht auch quantitativer Art (vgl. S. 64), sich noch mehr über das Vorkommen von Abwasseroscillatorien ermitteln lassen. Man wird übrigens bei ihrer Verwertung ganz besonders die Eigenart der örtlichen Bedingungen beachten müssen, weil die Zone, in der sie hier hauptsächlich vorkommen, sonst im Süßwasser fehlt.

c) Protozoen.

Carchesium lachmanni Kent.

Diese baumförmig verzweigte Art von Vorticelliden wird von Kolkwitz und Marsson (1909, S. 137) und anderen als charakteristisch für ziemlich stark verschmutztes Wasser (α-mesosaprob) betrachtet. Besonderen Wert legt ihr Mez bei, der sie (1898, S. 541) unter den wenigen wichtigsten von ihm ausgewählten Abwasserorganismen aufführt.

Ich habe in einem Nachtrage zu meiner Arbeit über den Bewuchs im Hamburger Hafen (1916 b. S. 173) eingehend über diese Art gesprochen und festgestellt, daß sie viel zu ungenügend für eine sichere Bestimmung bekannt, ja vielleicht nur eine veränderte Form von *Carchesium polypinum* ist, und daß die von Mez gegebene Beschreibung durchaus nicht mit der Originalbeschreibung zusammenstimmt. Mag man nun diese oder jene Beschreibung gelten lassen, in keiner von beiden Formen wurde sie jemals von mir beobachtet. Man wird also auf die Verwendung dieser „Art“ als Leitorganismus einstweilen verzichten müssen.

Mez sagt in seiner Besprechung (S. 542): „In ungeheuren Mengen sitzt dies koloniebildende Tierchen in den Abwässern als weißer Schleim an Blättern, Zweigen und Hölzern.“ Er erwähnt auch das häufige Vorkommen von „Vorticelliden“ in gerichtlichen Gutachten, mit denen wohl dieser Organismus gemeint sein möchte. Im Hamburger Hafen ist ein derartiger Bewuchs von Vorticelliden in sehr charakteristischer Weise im Verunreinigungsgebiet zu beobachten. Etwa von den St. Pauli-Landungsbrücken bis nach Neumühlen sieht man an den Pontons und Schlengeln des Nordufers den grünen Algenbewuchs (*Cladophora*) fast vollständig

verhüllt durch einen weißlich-grauen Überzug, wie das schon oben erwähnt wurde (S. 84). Der Überzug besteht aus Vorticelliden und Fadenpilzen. Unter den Vorticelliden herrschen die von mir als *Epistylis spec. a.* und *Carchesium polypinum* bezeichneten Arten vor; bei Altona fand ich vorwiegend die letztere, bei St. Pauli und Neumühlen die erstere Art. Es ist wohl sicher, daß jene Bemerkungen von MEZ sich auf derartige Bewüchse beziehen. Es ist auch möglich, daß, wie ich in dem erwähnten „Nachtrag" erklärt habe, *Carchesium polypinum* sich an solchen Stellen in charakteristischer Weise verändert. Aber daß dieser Bewuchs, so charakteristisch er ist, von einer Vorticellide, die als Leitorganismus gelten könnte, gebildet würde, der im reineren Wasser nicht vorkäme, trifft für den Hamburger Hafen nicht zu.

Vorticella microstoma Ehrbg.

Diese kleine, charakteristisch gestaltete, einzelnlebende Vorticellide kommt in sehr verunreinigtem Wasser (in der polysaproben Zone) reichlich vor und geht nur vereinzelt in etwas reineres Wasser. Sie tritt massenhaft in Aufgüssen von faulendem Heu auf, deren biologische Verhältnisse zeitweise denen der am stärksten verunreinigten Gewässer entsprechen. In Wasserproben aus dem Hamburger Hafen, welche zur Kultur in kleinen Aquarien aufgestellt wurden (vgl. S. 89 ff.), erscheint sie meist nach einigen Wochen, dagegen fand sie sich im Freien nur vereinzelt. Ich glaube sie gelegentlich auf Bewuchsplatten im Grasbrookhafen gesehen zu haben und beobachtete sie mit Sicherheit, jedoch nur gelegentlich und in geringer Zahl, am Ende des Kuhwärder Hafens.

Das Tier ist also für unser Gebiet als Leitorganismus vielleicht zu brauchen, ist aber vorwiegend durch seine Seltenheit charakteristisch. Es zeigt in Verbindung mit anderen Organismen, daß eine starke Verunreinigung nach den Anzeichen im Bewuchs nicht vorliegt.

Anthophysa vegetans (O. F. M.).

Diese Flagellatenart bildet ein braunes, oft mit bloßem Auge erkennbares Geäst, das nach KENT (1880/81, S. 267 ff.) aus Exkrementen aufgebaut ist. An den Enden sitzen kugelige Köpfchen, zusammengesetzt aus den Einzeltieren. Nach KOLKWITZ und MARSSON (1909, S. 135) ist *Anthophysa* „sehr typisch für die α-mesosaprobe Zone. Beim Absterben der Kolonien in den reineren Zonen bleiben die Stiele zurück".

Ich habe in frischem Bewuchsmaterial aus dem Verunreinigungsgebiet die Art nur selten gefunden. Sie kam z. B. im Indiahafen auf den Bewuchsplatten vor (HENTSCHEL 1916 b, S. 72), doch fand ich gewöhnlich nur das Geäst, und das ganz vorwiegend in einer ungewöhnlichen, kurzbuschigen Wuchsform, so daß mir seine Zugehörigkeit zu der Art manchmal zweifelhaft geblieben ist. Sowohl auf den monatelang bei St. Pauli beobachteten

Platten aus 1 m Tiefe wie in den Bewuchsproben von den Pontons des Altonaer Gebiets fehlte sie fast ausnahmslos. Im Plankton von St. Pauli findet sich zuweilen Geäst, zuweilen kommen auch ganze Köpfchen des Flagellaten vor, doch immer nur wenig. In den 34 Planktonproben, welche am 20. März 1917 zwischen Finkenwärder und Brunshausen an der Oberfläche entnommen wurden, war das Geäst durchweg zu beobachten. Allerdings ist auch hier die Bestimmung nicht ganz zweifellos, da es sich durchweg um ältere, ganz dunkle Äste handelte, an denen die charakteristische Längsstreifung nicht erkannt werden konnte.

Im Gegensatz zu ihrer nur seltenen Nachweisbarkeit im Freien ist *Anthophysa* eine sehr häufige und auffallende Erscheinung in Flaschen und Aquarien mit verunreinigtem Elbwasser. Sie entwickelt sich dort zu mehrere Millimeter großen Flocken, die in den ersten Tagen zahlreiche Köpfchen tragen, aber bald ganz absterben. Dies üppige Gedeihen legte es nahe, bei der Untersuchung der früher besprochenen Aquarienkulturen *Anthophysa* besonders zu beachten. Wie ich oben (S. 91 ff.) auf Grund von Zahlenmaterial gezeigt habe, hatten derartige Versuche guten Erfolg. Sie gestatteten den Unterschied der Wasserbeschaffenheit am Nord- und Südufer bei St. Pauli, die allmähliche Veränderung des Wassers längs des Nordufers und auch wohl den Unterschied des Stromwassers von dem des Kuhwärder Hafens deutlich nachzuweisen. Wahrscheinlich wird es möglich sein, die Ausnutzung dieses Leitorganismus' in Laboratiumsversuchen noch bedeutend zu erhöhen.

Wie man sieht, hat die Art in ihrem Vorkommen große Ähnlichkeit mit *Vorticella microstoma:* Auch hier im ganzen nur seltenes Auftreten, einige Häufigkeit am Hinterende eines blind geschlossenen Hafens (?), dagegen oft große Häufigkeit in Wasserproben in Aquarien. Auch hier also wieder das Fehlen eines für starke Verschmutzung charakteristischen Organismus'.

d) Höhere Tiere.

Tubificiden.

Unter allen Abwasserorganismen sind die kleinen rötlichen Schlammwürmer bei weitem die bekanntesten. Wo schlammige Ablagerungen, die fäulnisfähige Substanzen enthalten, vorkommen, findet man sie gewöhnlich; wo diese Ablagerungen durch organische Abwässer gebildet werden, pflegen sie massenhaft aufzutreten. Wie die Regenwürmer, ihre nahen Verwandten, den Erdboden durchwühlen, umarbeiten, durchlüften, ihm ihre Nahrung entnehmen und die organischen Reste in ihm abbauen, so die Tubificiden den Boden der Gewässer. Ihre Bedeutung für die Vernichtung fäulnisfähiger Substanzen, also für die Selbstreinigung der Gewässer, ist deswegen ohne Zweifel eine außerordentliche.

Wie groß ihre Bedeutung als Leitorganismen ist, wird verschieden beurteilt, und es ist in der Tat nicht ganz leicht, hierüber zu entscheiden. Meinungsverschiedenheiten bestehen nicht sowohl darüber, ob sie in deutlicher Weise auf die Einflüsse von Abwässern reagieren, als vielmehr darüber, mit welcher Sicherheit man aus ihrem Vorkommen auf die Einwirkung von Abwässern Rückschlüsse ziehen kann. Das liegt daran, daß sie nicht unmittelbar die Beschaffenheit des Wassers, sondern nur die des von ihm abgeschiedenen Schlammes kennzeichnen. Dessen Beschaffenheit hängt aber nicht nur von dem Gehalt des Wassers an Sieldetritus, sondern auch von vielen anderen Umständen ab. Man wird deswegen eins vor allem im Auge zu behalten haben: Die Tubificiden sind zunächst nicht Abwasserwürmer, sondern Schlammwürmer. Ein Schlamm, der zersetzungsfähige organische Substanzen enthält, wird ihnen, soweit die Erfahrungen reichen, immer Nahrung bieten wie den Regenwürmern der Humusboden. Aber es kommt dazu dann die zweite und hier wichtigere Erfahrung: In Sielschlamm finden die Tubificiden optimale Lebensbedingungen.

Die Würmer werden also auch in reinem Wasser gefunden. KOLKWITZ (1911, S. 363) fand in der Lenneper Talsperre 15 auf 100 qcm, SVEN EKMAN (1915, S. 410/11, Taf. 14) am Grunde des Vätternsees bis über 40 auf 100 qcm. Ausschlaggebend kann in betreff der Verunreinigungsfrage also nicht ihr Vorkommen, sondern nur ihre Häufigkeit sein. KOLKWITZ und MARSSON sagen (1909, S. 134 und 137) über das Vorkommen speziell des *Tubifex tubifex* (wobei jedoch wohl eine scharfe Trennung von anderen Arten der Gattung oder Familie nicht immer stattgefunden hat) in den von ihnen aufgestellten Selbstreinigungszonen, daß er in die erste, die „polysaprobe“ Zone gehört, „wenn er vorherrschend vertreten und massenhaft angehäuft ist“, daß er aber seine Verbreitung über die beiden nächsten Zonen, die „α-mesosaprobe“ und die „β-mesosaprobe“ Zone erstreckt. Nur in der letzten, der „oligosaproben“, erwähnen sie ihn nicht. Die Verbreitung der Würmer würde sich also von nahezu reinem Wasser bis zu den höchsten Graden der Verschmutzung erstrecken. Will man innerhalb dieses Gebietes Grenzen ziehen, so kann nur die Menge der Würmer dafür zum Anhalt dienen.

Diese Aufgabe würde verhältnismäßig einfach sein, wenn es möglich wäre, gewisse Zahlengrenzen der Tubificidenmenge, etwa für den Quadratmeter, zu den einzelnen Verunreinigungszonen in unmittelbare Beziehung zu setzen. Das ist aber keineswegs der Fall. Es muß zunächst wieder berücksichtigt werden, daß die Würmer den Schlamm, nicht das Wasser kennzeichnen. Der Schlamm aber steht, wie auch KOLKWITZ gelegentlich hervorhebt, in bezug auf die erwähnte Zoneneinteilung häufig auf einer tieferen Stufe, als das über ihm stehende oder fließende Wasser. In welchem

Grade tiefer, das hängt natürlich von den örtlichen Umständen ab — und damit scheint die Verwertung der Tubificiden zur Beurteilung des Wassers ziemlich illusorisch zu werden. Wenigstens kann ihr Wert nicht darin liegen, daß sie geeignet wären, das betreffende Wasser einer bestimmten von jenen Selbstreinigungszonen zuzuweisen.

Weiter kommt erschwerend in dieser Angelegenheit hinzu, daß die Bedingungen für die Entstehung einer Tubificidenkolonie ebenso mannigfaltig, ja noch mannigfaltiger sind, als die für die Entstehung des zugehörigen Schlammgrundes selbst. Es sind die Ablagerungsbedingungen, welche hier eine maßgebende Rolle spielen. Die bei der Sedimentation der Schwebstoffe wirksamen Umstände sind ja ohne Zweifel äußerst vielgestaltig, nur zum kleinsten Teil in allgemeinen Regeln zu fassen und, soweit sie von örtlichen Verhältnissen abhängen, nur äußerst schwer zu übersehen. Die Ablagerung von Detritus kann in einem schnell fließenden Strom je nach den Umständen mehrere Kilometer weiter aufwärts oder abwärts stattfinden, ohne daß die den Tubificiden zur Nahrung dienenden geformten Stoffe auf dieser Strecke wesentliche Veränderungen erlitten hätten. Eine strombauliche Veränderung kann in ihrer Verbreitung beträchtliche Verschiebungen bewirken. Demnach kann man auch die Ausdehnung der Verunreinigungen nicht nach den Tubificidenzahlen mit Sicherheit beurteilen.

Trotz aller dieser und anderer Schwierigkeiten glaube ich doch, daß man diesen Würmern einen großen Wert für die Beurteilung der Abwasserverunreinigungen zusprechen muß. Ich glaube es deswegen, weil sie eben in so außergewöhnlich entschiedener Weise durch Massenentfaltung auf Abwässer reagieren. So zahlreich die Fehlerquellen bei ihrer Verwertung sind, so werden sie doch durch die außerordentlich energische Reaktionsweise der Würmer sehr verringert. Man wird, bei vorsichtiger Berücksichtigung aller Umstände, von dem Vorhandensein von Abwässern, von ihrer Vermischung mit dem Vorfluter und von der Lokalisierung der Selbstreinigungsvorgänge in vielen Fällen durch die Tubificiden ein sehr deutliches Bild bekommen, wennschon die Auskünfte, welche sie über Stärke und Ausdehnung der Verunreinigungen zu geben vermögen, nur unsichere sind.

Im Hamburger Elbgebiet spielen die Schlammwürmer, wie die Darlegungen über die Lebensgemeinschaften bereits gezeigt haben, eine sehr bedeutende Rolle. Unter den makroskopischen Bodentieren sind sie bei weitem die häufigsten. Die Tiere mußten daher bei allen Bodenuntersuchungen die Aufmerksamkeit in erster Linie auf sich ziehen. Sie sind oben bereits bei der Besprechung der Lebensgemeinschaften im Zusammenhang der einzelnen Untersuchungsreihen sehr eingehend besprochen worden. Hier soll nur noch einmal zusammengefaßt werden, was sich aus diesem

allen über Vorkommen, Lebensweise und Bedeutung dieser Würmer im Hamburger Gebiet ergibt.

Die Lebensverhältnisse der Tubificiden sind in der Schorre einerseits und auf dem dauernd vom Wasser bedeckten Stromgrunde andererseits so verschieden, daß sich die betreffenden Zahlen der statistischen Untersuchung nicht unmittelbar miteinander werden vergleichen lassen. (Vgl. S. 140). Ob die Zustände hier oder dort für sie günstiger sind, läßt sich schwer beurteilen. Vergleicht man die Zahlengruppen beider Gebiete im großen und ganzen miteinander (vgl. die Tabellen S. 110 und S. 130), so treten mit ziemlicher Deutlichkeit zwei Regeln hervor:

1. daß an den meisten Stellen des Grundes im Hafengebiet die Zahlen für einen Quadratdezimeter unter 100, also in der Höhe der niedrigsten Zahlen des Schorregebietes bleiben,
2. daß in der Nähe der Sielmündungen an gewissen Stellen die Zahlen die höchsten überhaupt in der Schorre gefundenen (3000 bis 4000 auf 100 qcm) um das mehrfache, selbst vielfache übertreffen.

Viel zu schließen ist aus diesen Verhältnissen allerdings nicht. Die verglichenen Gebiete liegen in bezug auf die Sielmündungen sehr verschieden, nämlich die Hafenbecken beträchtlich näher daran als die Schorreflächen. Nach den bedeutenden Unterschieden, welche die einzelnen Häfen gegeneinander aufweisen, ist es wahrscheinlich, daß, wenn breite Schorreflächen in der Nähe der Sielmündungen vorhanden wären, sie einen wesentlich größeren Reichtum an Tubificiden aufweisen würden. Andererseits muß bei der relativen Armut einer Anzahl von Hafenstationen berücksichtigt werden, daß die Würmer hier in einer starken Konkurrenz mit Mollusken leben, die in der Schorre meist weniger auftreten und an einigen der reichsten Tubificidenplätze (Teufelsbrücker Hafen u. a.) fast ganz fehlen. Die Befunde in Buhnenfeldern oberhalb von Wittenbergen scheinen dafür zu sprechen, daß die tieferen Teile reicher als die Schorre sind.

Für beide Lebensbezirke gemeinsam dürfte die Hauptregel der Tubificidenverbreitung, wie oben (S. 107) dargelegt wurde, sein, daß die Anzahl der Tiere zunimmt mit der Zufuhr von nahrhaftem Detritus, die abhängt:

1. von der Nähe der Sielmündungen (wobei natürlich die Strömungsrichtung zu berücksichtigen ist),
2. von der Gunst der Ablagerungsbedingungen.

Ich habe auseinandergesetzt, daß die Zunahme und allmähliche Wiederabnahme der Tubificidenmengen längs des Nordufers, obwohl sie große Schwankungen zeigen, als eine Folge der Sieleinwirkungen aufgefaßt werden müssen, und daß örtlichen Anreicherungen an gewissen Stellen der Schorre, wie im Teufelsbrücker Hafen, in gewissen tieferen

Buhnenfeldern bei Mühlenberg, oberhalb Wittenbergen usw., in der Ecke zwischen Kanal D und Neßhaken bei Finkenwärder, auf die dort bestehenden günstigen Ablagerungsbedingungen zurückzuführen sind (vgl. S. 128ff.).

Ich habe ferner gezeigt, daß die stärksten Anhäufungen von Tubificiden im Hafengebiet einerseits längs des Nordufers etwa vom Binnenhafen bis Neumühlen zu finden sind, augenscheinlich infolge der Nähe der Sielmündungen und der rechtsseitigen Bewegung der Abwässer, obwohl die Ablagerungsbedingungen im ganzen nur als mäßig günstig gelten können. Am günstigsten dürften sie im Altonaer Hafen sein, wo in der Tat die höchsten Zahlen (mehr als 1 Million auf den Quadratmeter) zu finden sind. Andererseits sind auf der Südseite die den Sielen nahe liegenden Kanäle und Häfen meist reich besetzt, zumal, wenn sie, wie das Kuhwärder Hafengebiet, ausgedehnte Wassermassen enthalten, deren Wechsel mit den Tiden tägliche starke Detrituszufuhr bedingt. Die inneren Teile des hier hauptsächlich in Betracht kommenden Gebietes sind aber arm, vermutlich, weil Wasserwechsel und Nahrungszufuhr dort gering sind (vgl. oben S. 102).

Auffallende Minima, wie man sie sonst nur an der Peripherie des Verunreinigungsgebietes erwarten sollte, finden sich selbst in der Nähe der Sielmündungen mitten im Strombett, aus Mangel an Ablagerungsmöglichkeit, sowie auch an Strandstellen, wo Strömung und Brandung den Grund ausspülen, so daß er sandig und steinig wird, wie z. B. am Bönhasensand.

Auch über die Art der Verunreinigungen scheinen die Würmer Auskunft zu geben, denn bei gleicher Gunst der Ablagerungsbedingungen bewirken Abwässer höhere Tubificidenwerte als andere organische, fäulnisfähige Abfälle, und nur sie die maximalen unter den vorkommenden Zahlen. Beispielsweise sind in besonders tiefen und stark fäulnisfähigen, stinkenden Ablagerungen oberhalb von Glückstadt die Zahlen ganz gering gegen die in annähernd entsprechenden und daher mit jenen vergleichbaren Ablagerungen bei Finkenwärder. Umgekehrt kann man auch, wenn man bei Ortkathen, Nienstedten und Glückstadt an bestimmten Stellen ähnliche Tubificidenmengen findet, nicht auf gleiche Verunreinigung schließen. Wegen dieser allem Anschein nach hochentwickelten spezifischen Reaktionsfähigkeit auf Abwässer bei den Tubificiden werden auch gerade bei ihnen lokale Siele, wie sie unterhalb Hamburgs am Nordufer vorhanden sind, unter Umständen einen wesentlichen Einfluß ausüben.

Man wird sich, wenn man diese Hauptergebnisse im Hamburger Gebiet überblickt, kaum der Überzeugung verschließen können, daß aus der Häufigkeit der Tubificiden bei sorgfältiger Berücksichtigung der Ablagerungsbedingungen ein brauchbares Bild der Abwasserverunreinigung und wenigstens ein gewisser Einblick in die Unterschiede ihrer Grade gewonnen werden kann. Aus vielen Gründen, die im vorstehenden

mehr oder weniger berührt worden sind, wird es aber eine Hauptregel für die Beurteilung der Tubificidenverhältnisse sein, daß man die auf sie bezüglichen Tabellen, Karten und Kurven nur in großen Zusammenhängen lesen, nicht aber in allen ihren Einzelheiten auszulegen versuchen darf.

Geht also das Vorkommen der Würmer im Hamburger Gebiet weder dem Vorkommen der Sielabwässer noch dem Grade der Verunreinigung parallel, so stellen sie doch einen brauchbaren Indikator dar, vorausgesetzt, daß bei seiner Benutzung die biologischen Bedingungen berücksichtigt werden und bedacht wird, daß seine Brauchbarkeit für die Feststellung örtlicher Unterschiede der Verunreinigung unter Umständen durch örtliche Verhältnisse vollständig vernichtet werden kann.

Cordylophora lacustris Allm.

Dieser Hydroidpolyp mit seinen meist orangerot gefärbten Stöckchen bildet etwa 3—4 cm hohe dichte, buschige Bewüchse, welche von den Fischern der Niederelbe „roter Schlamm" genannt werden. KOLKWITZ und MARSSON setzen den im Hamburger Gebiet besonders häufigen Organismus in die Reinwasser-(oligosaprobe)Zone. Seine Abneigung gegen Verunreinigungen tritt in unserem Gebiet sehr deutlich hervor, doch scheint es, daß er tiefer in das verunreinigte Gebiet hineingeht, als man nach jener Einordnung von KOLKWITZ und MARSSON annehmen sollte.

Die Grenze ihrer Verbreitung gegen das Verunreinigungsgebiet ist in derselben Weise wie für *Dreissena* in die Hafenkarte (Fig. 3) eingetragen. Ich habe über diese Verbreitung früher (1916 a, S. 84) das Folgende mitgeteilt:

„Der Keulenpolyp zeigt eine ähnliche Verbreitung (wie *Dreissena*), dringt aber tiefer in die verunreinigten Teile des Gebietes ein. Man findet ihn das Südufer der Norderelbe entlang fast an jedem Pfahl, allerdings oberhalb und unterhalb Hamburgs in üppigerem Gedeihen als bei der Stadt selbst. Einige Häfen der Südseite enthalten ihn, anderen scheint er zu fehlen. Am Nordufer gedeiht er bei Rothenburgsort und bei der Gasanstalt sehr üppig. Im Oberhafen kommt er nur mäßig fort, an der Zollgrenze gegenüber Stülckens Dock ist er nur noch kümmerlich vorhanden, bei St. Pauli fehlt er ganz. Und von hier an vermißt man ihn stromabwärts auf eine längere Strecke. Erst bei Nienstedten finden sich wieder einzelne Stöckchen. Bei Wittenbergen ist er wieder häufig zu finden, und weiter abwärts wird man ihn nirgends vermissen."

Ausführliches darüber findet sich in meiner Hauptarbeit über den Bewuchs im Hamburger Hafen (1916 b, S. 120 und auch 74—76). Für die praktischen Fragen der Beurteilung der Verunreinigungen ist es vielleicht richtiger, mehr die Grenze des Gedeihens für den Polypen,

die etwa bei Wittenbergen liegt, als die Grenze des Vorkommens bei Nienstedten zu berücksichtigen. (Vgl. unten S. 170.)

Da *C. lacustris* im normalen Bewuchs der Niederelbe einer der häufigsten Organismen ist, der von Lauenburg bis ins Brackwassergebiet vorkommt, wird er unter den Leitformen für die Verunreinigungsfrage immer eine der ersten Stellen einnehmen müssen.

Dreissena polymorpha (Pall.).

Die Dreiecksmuschel wird von Kolkwitz und Marsson (1909, S. 148) als oligosaprob, also dem reinen Wasser angehörig, bezeichnet. Wilhelmi (1914, S. 518 und 520) hält es für möglich, daß sie mehr indifferent sei. Die Befunde bei Hamburg scheinen eher der Ansicht der ersteren Autoren recht zu geben.

Die Schwierigkeit für die Verwendung der Muschel als Leitorganismus liegt darin, daß sie im allgemeinen nicht häufig und in vielen Fällen nicht leicht zu erlangen ist, da sie gern an den tieferen Teilen der Pfähle und Mauern sitzt. Sie kommt in der Elbe oberhalb Hamburgs häufig am Grunde vor, an Steinen oder besonders an den großen Flußmuscheln (*Unio* und *Anodonta*) festgewachsen, und ist dort eins der charakteristischsten Tiere. Auch unterhalb Hamburgs findet sie sich in derselben Weise. Bei Hamburg selbst aber ist augenscheinlich eine Lücke in ihrer Verbreitung, während sie durch die Süderelbe ununterbrochen hindurchgeht.

In der Hafenkarte (Fig. 3) habe ich auf Grund sowohl der Bodenfänge wie der Bewuchsuntersuchungen die wahrscheinliche Grenze ihrer Verbreitung gegen das Verunreinigungsgebiet angegeben. Es tritt mit großer Deutlichkeit hervor, daß sie dieses Gebiet in ziemlich bedeutender Ausdehnung meidet, in viel höherem Grade als die eben besprochene *Cordylophora lacustris*. Sie wird demnach als ein guter, ja einer der wichtigsten Leitorganismen für unser Gebiet zu betrachten sein, obschon man bei den erwähnten Schwierigkeiten damit rechnen muß, daß die Grenze ihres Vorkommens nur unsicher gezogen werden kann.

Ich habe über ihre Verbreitung in jener kurzen Mitteilung im „Fischerboten" (1916 a. S. 78) folgendes gesagt:

„Die Dreiecksmuschel ist in der Elbe oberhalb von Hamburg überall, ja stellenweise ziemlich häufig zu finden. Noch bei Rothenburgsort wächst sie gar nicht selten an den Pfählen. Im eigentlichen inneren Hafengebiet aber fehlt sie. Man vermißt sie weiterhin am ganzen Nordufer, bis weit hinab unterhalb Hamburgs. Die ersten Tiere wurden bei sorgfältiger wiederholter Untersuchung dort erst an einem Stack am Schleepsand, unterhalb Schulau, gefunden. An der Südseite des Stromes ist sie dagegen vorhanden. Wenn sie schon das Hafengebiet im wesent-

lichen meidet, so kommt sie doch in der Süderelbe, im südlichen Teile des Reiherstiegs und im Köhlbrand vor. Auch im Gebiet der Waltershofer Häfen wird man sie wahrscheinlich finden. Ebenso ist sie in den Finkenwärder Kanälen — allerdings ziemlich selten —, im Gebiet der Schweinesände und weiter abwärts überall vorhanden.“ (Vgl. unten S. 171.)

Chironomidenlarven.

Die Larven der Zuckmücken (Chironomiden) sind etwa bis 1½ cm lange, teils grünliche, gelbliche, bräunliche, schmutzig weiße, teils lebhaft rote Tiere. Unter ihnen sind die roten, welche hauptsächlich der Art *Chironomus plumosus* anzugehören scheinen, unter dem Namen „rote Mückenlarven“ bekannt als Fischfutter. Diese gelten auch bei reichlichem Vorkommen als charakteristische Organismen in Abwassergebieten. So sagen KOLKWITZ und MARSSON (1909, S. 13) über ihr Vorkommen in der zweiten, der sogenannten α-mesosaproben Zone der Selbstreinigung: „*Chironomus plumosus,* Larven, durch massenhaftes Auftreten besonders typisch für diese Region; auch in der poly- und β-mesosaproben Zone. Diese Spezies mit ihren roten Larven ist eine Sammelart.“ Sie geben ferner für die β-mesosaprobe, also die nächst günstigere Zone an: „*Chironomus*larven von heller, gelblicher, nicht roter Farbe.“ Neuere und eingehendere, noch nicht abgeschlossene Untersuchungen von THIENEMANN (1909) haben jedoch ergeben, daß auch in Reinwasser rote Larven durchaus nicht selten sind. Die Farbe kann also nicht als ausschlaggebend gelten, dagegen ist das massenhafte Auftreten dieser Larven unzweifelhaft charakteristisch. Es verhält sich mit den Beziehungen der roten Chironomidenlarven zu organisch verschmutzten Abwässern also ähnlich wie mit denen der Tubificiden.

Im Hamburger Gebiet kann als eine Stätte massenhafter Entwicklung derartiger Larven unter dem Einfluß von Abwässern der Fischteich der Bergedorfer Kläranlage bezeichnet werden. In der Elbe habe ich dagegen ein massenhaftes oder auch nur häufiges Vorkommen der roten Larven nirgends beobachtet. LOHMANN fand sie jedoch am 25. Juli 1913 am Oberende der Alten Süderelbe „häufig“. Da von einer Verschmutzung dort nicht die Rede sein kann, wird es sich in diesem Falle nicht um eine Abwasserart gehandelt haben. Im Juni und Juli fand ich sie zwischen dem Bewuchs der Pfähle im Hafengebiet und unterhalb von Hamburg. So an der Reiherstiegmündung (?) und am Ausgang des Fährkanals, während sie oberhalb und unterhalb davon an zahlreichen gleichartigen Stellen des Südufers vermißt wurden. An der Nordseite fing ich sie an der Zollgrenze gegenüber Stülckens Dock, ferner wieder bei Neumühlen; am St. Pauli-Fischmarkt trotz eifrigen Suchens nicht. Weiterhin kamen sie — zum Teil nicht selten — an Pfählen und Pontons beim Parkhotel,

bei Teufelsbrück und bei Dockenhuden vor, während dazwischen wieder Stellen lagen, wo sie fehlten. In allen diesen Fällen handelte es sich um Bewuchsmaterial. In Bodenfängen sind rote Larven hier und da angetroffen worden, haben aber wegen ihrer Seltenheit keine besondere Beachtung gefunden. Anders gefärbte Larven finden sich dagegen überall und oft recht häufig. In meiner Arbeit über den Bewuchs (1916 b, S. 121) habe ich erwähnt, daß die roten Mückenlarven und der Polyp *Cordylophora* am Pfahlwerk des Gebiets sich einigermaßen gegenseitig ausschließen. Das ist vielleicht die einzige bemerkenswerte Tatsache über ihr Vorkommen. Über das massenhafte Auftreten von nicht roten Chironomidenlarven im Waltershofer Hafengebiet habe ich oben (S. 109) ausführlich gesprochen.

Während die roten Chironomuslarven anderswo eine wichtige Rolle als Leitorganismus spielen, kann davon in unserem Gebiete nicht die Rede sein. Ob aus ihrer Seltenheit auf besonders günstige Verhältnisse geschlossen werden darf, läßt sich vorläufig nicht sagen. Es wäre auch denkbar, daß irgendwelche Eigentümlichkeiten des Gebietes in unbekannter Weise ihr Vorkommen beschränken. Aber gerade wegen dieses ausnahmsweisen Verhaltens, auf das schon SCHIEMENZ (1908, S. 81) hingewiesen hat, verdienen sie vielleicht besondere Beachtung, zumal wenn die von THIENEMANN unternommene Spezialbearbeitung abgeschlossen sein wird.

e) Zusammenfassung und Anhänge.

Aus der Besprechung der einzelnen Leitorganismen ergibt sich in der Hauptsache folgendes:

Gewisse bekannte Leitorganismen kommen für das Gebiet wegen zu großer Seltenheit nicht in Betracht, so *Beggiatoa, Leptomitus lacteus, Vorticella microstoma, Anthophysa vegetans* und Chironomidenlarven. *Anthophysa* ist jedoch als Reagenz für Wasserproben in Aquarien zu brauchen.

Gewisse Leitorganismen kommen nur oder fast nur an der Nordseite der Elbe von St. Pauli bis Neumühlen vor, so *Sphaerotilus natans* (im engeren Sinne), *Thiothrix* und saprobiotische *Oscillatoria*arten, denen noch hinzugefügt werden kann *Lumbricillus lineatus*. Charakteristisches für dies Gebiet ist ferner bei der Besprechung von *Carchesium lachmanni* gesagt worden.

Gewisse Leitorganismen fehlen in dem eben genannten Gebiet durchweg und ebenso stromabwärts davon, ja einer fehlt in weitem Umkreise dieses Gebietes. Dieser letztere ist *Dreissena polymorpha*; außerdem gehört *Cordylophora lacustris* hierher.

Gewisse Leitorganismen kommen, soweit bekannt, im ganzen Verunreinigungsgebiet vor, stehen aber in ihren Mengenverhältnissen zu den

Verunreinigungsgraden in Beziehung, so die Tubificiden, *Cladothrix dichotoma* und, bei der oben erwähnten experimentellen Verwendung, *Anthophysa vegetans.*

Auf Grund dieser Ergebnisse lassen sich mit einem gewissen Recht — jedoch nicht ohne große Vorsicht — vier Zonen im Verunreinigungsgebiet unterscheiden, die längs des Nordufers etwa folgendermaßen abzugrenzen wären:

1. von den St. Pauli-Landungsbrücken bis zur Landungsbrücke Neumühlen;
2. vom Baumwall bis Wittenbergen;
3. von Rothenburgsort bis zum Schleepsand (unterhalb Schulau);
4. oberhalb Rothenburgsort und unterhalb Schleepsand.

In der Richtung senkrecht zum Strom würden sich die Zonen 1 und 2 nicht bis an das jenseitige Ufer erstrecken, die Zone 3 aber fast das ganze Hafengebiet einschließen. Die Grenze zwischen 2 und 3 wird durch *Cordylophora,* die zwischen 3 und 4 durch *Dreissena* bestimmt (vgl. Fig. 3).

Die Zahl der brauchbaren Leitformen wird sich bei weiteren Untersuchungen voraussichtlich erhöhen lassen. Als möglicherweise dafür verwertbar habe ich bereits bei der Besprechung der Lebensgemeinschaften die folgenden erwähnt:

Metacineta mystacina (S. 71),
Sphaerium solidum (S. 116),
Neomysis vulgaris (S. 109).

B. Beurteilung des Verunreinigungszustandes der Elbe.

I. Allgemeine Grundsätze der biologischen Urteilsbildung.

Zur Vorbereitung eines Gesamturteils mögen zunächst noch einmal die Grundsätze der Urteilsbildung zusammengefaßt werden.

Die Grundfrage der biologischen Abwasserbeurteilung ist die: In welcher Weise Organismen als Anzeiger von Verunreinigungen verwertet werden können.

Die Fähigkeit der Tiere und Pflanzen, Verunreinigungen anzuzeigen, beruht auf ihrer Empfindlichkeit für diese. Wenn der Zustand des Wassers durch Abwässer verändert wird, so werden es auch die Lebensbedingungen. Für diese Veränderungen sind die einzelnen Arten in verschiedener Weise und verschiedenem Grade empfindlich. Das Gedeihen wird bei einigen in günstigem, bei anderen in ungünstigem Sinne beeinflußt.

Infolgedessen werden die von den Arten gebildeten Lebensgemeinschaften in ihrer Zusammensetzung umgestaltet.

Wegen der verschiedenartigen und verschiedengradigen Empfindlichkeit wird es möglich, Verunreinigungen mit Hilfe der Organismen nicht nur nachzuweisen, sondern auch abzuschätzen. Der Grad des Gedeihens, der abhängig vom Grade der Verunreinigung ist, kommt in der Häufigkeit der einzelnen Tiere und Pflanzen zum Ausdruck. So wird die Häufigkeit, obwohl sie auch von anderen Faktoren mit abhängt, zu einem Maße der Verunreinigung.

Art und Grad der Empfindlichkeit beruhen hauptsächlich auf den jedem Organismus eigentümlichen Stoffwechselvorgängen, die bei der Urteilsbildung beachtet werden müssen.

Durch unsere Unkenntnis über Stoffwechsel und Empfindlichkeit der Arten, durch die unvollkommene Feststellbarkeit ihrer Häufigkeit an jedem Orte und die Unübersehbarkeit anderweitiger Einflüsse wird eine Unsicherheit des Urteils hervorgerufen. Sie kann jedoch einigermaßen behoben werden, wenn man zahlreiche Arten gleichzeitig berücksichtigt. Nur in extremen Fällen können Leitformen allein eine ausschlaggebende Bedeutung haben. Im allgemeinen wird die Vergesellschaftung der Tiere und Pflanzen stärker zu beachten sein, als die Verbreitungsweise der einzelnen, charakteristischen Art.

Die Grundlage für die Beurteilung von Verunreinigungsgraden nach biologischen Untersuchungen wird daher einerseits die quantitative Analyse der Lebensgemeinschaften, andererseits die Feststellung des Vorkommens und der Verbreitung einzelner, möglichst biologisch gut bekannter, empfindlicher Arten sein.

Eine zweite wesentliche Vorfrage ist die, in welcher Weise Organismen als Faktoren der Selbstreinigung wirksam werden.

Für die Bewertung der Verunreinigungen ist ebenso wichtig wie die Kenntnis ihrer biologischen Anzeichen die Kenntnis von der Wirksamkeit der Gegenkräfte, welche dem Strome zu ihrer Vertilgung zur Verfügung stehen. Denn es kommt auf das gegenseitige Verhältnis von hygienisch und wasserwirtschaftlich ungünstigen und günstigen Faktoren an.

Der PETTENKOFERsche Gedanke von der Selbstreinigung der Flüsse hat bis heute nicht die Ausarbeitung gefunden, besonders nicht nach der biologischen Seite hin, welche ihn zu speziellerer, womöglich zahlenmäßiger Anwendung auf das einzelne Gebiet geeignet machen würde. Wir können den Zustand des Lebens im Strom feststellen, doch nur unsicher seine Leistung beurteilen. Trotzdem muß der Selbstreinigungsvorgang im Kern der Betrachtung stehenbleiben; ohne ihn würden die Fragen der biologischen Anzeichen und der biologischen Bewertung der Verunreinigung des wissenschaftlichen Zusammenhalts entbehren. In bezug

auf diesen Vorgang muß gefragt werden, mit welchen Mitteln, an welchen Stellen und mit welcher Intensität der Strom die Verunreinigungen verarbeitet.

Mittel der biologischen Selbstreinigung sind immer Stoffwechselvorgänge, besonders die der Fäulnisbakterien, der saprophytischen Pflanzen, der saprozoischen Tiere, der Detritusfresser und der Schlammfresser. Als in den Vorgang eingreifend sind bedeutsam der Sauerstoffverbrauch, die Sauerstofferzeugung, Wachstum und Fortpflanzung, Fressen und Gefressenwerden sowie die Ausscheidungs-, Entleerungs- und Absterbevorgänge aller Pflanzen und Tiere. Vermöge dieser Mittel wird das durch Abwässer gestörte dynamische Gleichgewicht im Strom teils durch Mineralisierung organischer Substanz in ein statisches, teils durch Organisierung in ein neues dynamisches Gleichgewicht übergeführt.

Die Stätten der biologischen Selbstreinigung sind zweckmäßig in solche des freien Wassers und solche des Grundes zu teilen. Es sind Gebiete besonders reicher Lebensentfaltung derjenigen Organismen, welche hauptsächlich reinigend wirken. Lage, Beschaffenheit und Ausdehnung dieser Gebiete hängen hauptsächlich von räumlichen Verhältnissen und Wasserbewegung ab. Für die gelösten organischen Stoffe ist die Nachbarschaft der Sielmündungen am wichtigsten, für die geformten Stoffe ist es wichtiger, ob, wann und wo sie zur Ablagerung kommen. Bei der Bestimmung der Stätten der Selbstreinigung kommen für die gegenwärtige Untersuchung die besonderen Verhältnisse im Mündungsgebiete eines von Tiden bewegten Stromes und die baulichen Verhältnisse in Hafengebieten wesentlich neben den allgemeinen Verhältnissen in Strömen in Betracht.

Die Stärke der Selbstreinigungskraft ist meist nur relativ für den einzelnen Ort nach den Individuenzahlen der wirksamen Organismen (z. B. Keimzahlen, Tubificidenzahlen) zu bemessen. Für ihre Gesamtleistung, zumal für deren Vergleich in Gegenwart und Zukunft, ist diejenige Entfernung von der Quelle der Verunreinigung, bei der die Selbstreinigung als erledigt gelten kann, ein gewisses Maß.

Die dritte und wichtigste der hier zu stellenden Vorfragen ist die, wie hoch die durch Verunreinigungen bewirkten Störungen und Gefahren gemäß den Befunden über die Organismen zu bewerten sind. Es handelt sich da um die Aufgabe, die biologische Kennzeichnung der Verunreinigung in eine hygienisch-wasserwirtschaftliche zu übersetzen, oder die Bewertung der Verunreinigungen nach den biologischen Untersuchungen in eine Bewertung für die praktischen Erfordernisse umzuwandeln.

Die Schwierigkeit der Lösung einer solchen Aufgabe ist aus der Geschichte der Bakteriologie genugsam bekannt. Auch die noch sehr junge biologische Wasserbeurteilung vermag sie gegenwärtig nicht befrie-

digend zu lösen; es deutet aber vieles darauf hin, daß man für eine zukünftige Beantwortung der Frage von ihr vielleicht mehr als von der chemischen und bakteriologischen Untersuchung erwarten darf.

Eine ganz besondere Schwierigkeit besteht darin, daß oft noch nicht von den biologischen Erscheinungen auf den Verunreinigungszustand geschlossen werden kann, sondern erst einmal umgekehrt biologische Befunde aus bekannten Merkmalen der Verunreinigungen verstanden werden müssen. Dadurch liegt die Gefahr von Zirkelschlüssen nahe. Es muß infolgedessen bei der Urteilsbegründung meist auf die strenge Form des *Beweises* verzichtet und nur versucht werden, durch *Abwägung* der vielen verschiedenen Anzeichen gegeneinander zu einem möglichst wahrheitsgetreuen Bilde der Verhältnisse zu kommen.

Von Versuchen, bestimmte Regeln für die Abschätzung der Verunreinigungen nach biologischen Befunden aufzustellen, seien hier die von Mez und von den Biologen der Landesanstalt für Wasserhygiene in Dahlem, Kolkwitz, Marsson und Wilhelmi gemachten hervorgehoben. Mez kennzeichnet die Verunreinigungen vorwiegend durch Leitorganismen, die Dahlemer Biologen beachten mehr die ganzen Lebensgemeinschaften. Beide Teile legen dabei nicht so sehr auf das bloße Vorkommen gewisser Organismen, als vielmehr auf ihr *Vorherrschen* Wert. Mez befaßt sich mehr mit der Beurteilung der Verunreinigungen im Sinne des Rechts und der Billigkeit, Kolkwitz und besonders Wilhelmi suchen einfach die Verunreinigungsgrade an sich zu unterscheiden. Bei den beiden letzteren liegt eine Einteilung nach Stufen der Selbstreinigung zugrunde. Ich stelle sie in der folgenden Übersicht dar und versuche, die Mezsche Einteilung auf sie zu beziehen.

Kolkwitz & Marsson 1908 und 1909	Kolkwitz 1911 b	Wilhelmi 1915	Mez 1898
polysaprob	Abwasserzone	stark verunreinigt	Über das Gemeinübliche hinaus verunreinigt
α-mesosaprob	Übergangszone	mäßig verunreinigt	Nicht über das Gemeinübliche hinaus verunreinigt
β-mesosaprob			
oligosaprob	Reinwasserzone	nicht verunreinigt	leicht verunreinigt
			praktisch rein

Wie gesagt, darf ein derartiges Schema keinesfalls schematisch angewandt werden. Es ist auch keineswegs immer möglich, einen Bezirk

des Verunreinigungsgebietes einer der in der ersten Spalte angegebenen Zonen mit genügender Sicherheit zuzuweisen. Die Vorsicht und Zurückhaltung, welche man bei der Anwendung eines solchen Schemas beobachten muß, hebt z. B. KÖNIG hervor, wenn er sagt (1899 I, S. 17), „daß die Verunreinigung eines Flusses sich nach Ort und Zeit sehr verschieden gestaltet, daß sich über die Grenzen des Zulässigen oder Gemeinüblichen allgemeine Regeln nicht aufstellen lassen, daß die Frage der Flußverunreinigung örtlich und zeitlich geprüft sein will". Immerhin wird man anerkennen müssen, daß ein Bedürfnis nach einer möglichst allgemein verwendbaren Methode der Abschätzung biologisch gekennzeichneter Verunreinigungsgrade in hohem Grade vorhanden ist, und daß auch unvollkommene Versuche in dieser Richtung sorgfältige Beachtung und versuchsweise Anwendung verdienen.

Ich versuche im folgenden, unter den erläuterten Gesichtspunkten die Frage für die Elbe bei Hamburg zu lösen, ohne mich allzusehr zu bemühen, die nachgewiesenen biologischen Zustände in ein strenges Schema der Beurteilung einzuzwängen. Es sei jedoch vorweg bemerkt, daß bei einer vorsichtigen, ortsgemäßen Anwendung der besprochenen Regioneneinteilung im Hamburger Gebiet ganz brauchbare Ergebnisse zu erzielen sind. Man wolle nur nicht vergessen, daß ein gewisser, den natürlichen Verhältnissen widerstrebender Zwang dabei nicht zu vermeiden ist, und daß die in der Natur des menschlichen Geistes liegende Neigung, das vereinfachende Schema unbewußt für die komplizierte Wirklichkeit einzuschieben, auf Erkenntnisgebieten, die sich mit dem praktischen Leben eng berühren, leicht zu schweren Verfehlungen führen kann.

2. Urteil über die Verunreinigung der Elbe bei Hamburg.

a) Natur und Ursachen der Verunreinigungen.

Bis zu einem gewissen Grade gestatten die Untersuchungen die Unterscheidung der Arten und Quellen der Verunreinigungen. Die schädlichste Wirkung üben auf Tiere und Pflanzen gewisse Fabrikabwässer aus, die durch Vergiftung oder durch starke Temperatursteigerung usw. die Organismen töten. Solche Wirkungen dürften in der Elbe bei Hamburg stellenweise vorkommen. Im nördlichsten Teil des Reiherstiegs deutete früher eine Verarmung des Tierlebens am Grunde darauf hin, doch scheinen sich die Verhältnisse dort infolge technischer Maßnahmen neuerdings gebessert zu haben. Verunreinigung der Wasseroberfläche durch Öle wird häufig beobachtet, doch in allen solchen Fällen wurde keine biologische Wirkung festgestellt. Jedenfalls ist der Einfluß von Fabrikabwässern im Untersuchungsgebiet kein bedeutender.

Auch über biologische Wirkungen der in der oberen Elbe so reichlichen Abwässer der Kaliindustrie und der Zuckerfabriken kann nichts angegeben werden. Ein Nachweis derartiger Wirkungen liegt jedoch wahrscheinlich nicht außer dem Bereich des Möglichen, und es wäre denkbar, daß er für die Beurteilung der Verhältnisse bei Hamburg nicht ohne Bedeutung wäre. Man sollte annehmen, daß die durch Kaliabwässer bewirkte große Härte und der hohe Salzgehalt des Elbwassers nicht ganz ohne biologische Folgen bleiben können. Daß ein isoliertes Vorkommen des Pilzes *Leptomitus lacteus* möglicherweise auf Brauereiabwässer zurückzuführen war, habe ich oben (S. 149) erwähnt.

Einen besonderen Fall von Verunreinigungen mit zersetzungsfähigen organischen Stoffen habe ich in meiner Arbeit über den Bewuchs im Hamburger Hafen (1916 b, S. 108) besprochen und hier (S. 118) durch reicheres Material bestätigen können. Es handelt sich um den Oberhafen, wo an Markttagen beim Ausladen der Schuten Reste von Gemüse, Obst und Blumen reichlich ins Wasser gelangen. Sie dürften für die dort in mancher Beziehung eigenartigen biologischen Verhältnisse verantwortlich sein.

Die ohne Zweifel sehr bedeutenden Verunreinigungen, welche im Hafengebiet von den Schiffen ausgehen, sind zum großen Teil derart, daß sie kaum eine wesentliche biologische Wirkung ausüben können, wenn es sich nämlich um ins Wasser geworfene Gebrauchsgegenstände handelt. Zum anderen Teil müssen sie im wesentlichen den Haus- und Küchenabwässern entsprechen. Verdorbene Nahrungsmittel spielen hierbei in Friedenszeiten ohne Zweifel eine große Rolle. An den Nachweis der Bedeutung dieser Verunreinigungen im Verhältnis zu denen aus Sielabwässern ist mit biologischen Mitteln nicht zu denken.

Einen sehr wesentlichen Anteil an der Erfüllung des Wassers mit zersetzungsfähigen Substanzen hat ferner der von der Oberelbe herabgeführte Detritus. Reichtum an Detritus ist ja ein charakteristisches Merkmal der Mündungsgebiete großer Ströme. Da er nahrhafte organische Stoffe in Menge enthalten muß, spielt er aller Wahrscheinlichkeit nach für viele Organismen eine ganz ähnliche Rolle, wie der den Sielen entstammende Detritus, von dem er in bezug auf seine biologischen Wirkungen nicht getrennt werden kann. Seine Zersetzungsfähigkeit und damit seine Schädlichkeit wird aber geringer sein.

Die Abwässer aus den städtischen Sielen haben ohne Zweifel unter den Quellen der Verunreinigungen die größte Bedeutung. Allerdings ist es sehr schwer, die Größe ihres Einflusses und sein Verhältnis zu den anderen Faktoren, zumal dem letztgenannten, einigermaßen sicher zu bestimmen. Selbst wenn man überzeugt ist, daß die Abwässer am meisten zu der Verunreinigung des Stromes beitragen, darf man nicht vergessen, daß ein brauchbarer Maßstab für ihren Vergleich mit den

anderen Faktoren nicht vorhanden ist. Als Beweise für ihre vorherrschende Bedeutung mögen folgende biologische Tatsachen dienen:

1. daß nirgends im Hafengebiet oder nirgends sonst die biologischen Anzeichen auf eine so starke Verschmutzung hinweisen wie in der Nähe der Hauptsielmündungen,
2. daß sich an diesen Bezirk stärkster Verunreinigung ein ausgedehntes geschlossenes Gebiet biologischer Anzeichen von Verunreinigungen anschließt, in dem mit der Entfernung die Grade der Verunreinigung abnehmen.

Wenn man das massenhafte Auftreten von Schlammwürmern (Tubificiden) als ein spezifisches Zeichen der Ablagerung von Sielschlamm ansehen darf, so wird man ein starkes Vorherrschen der Sielverunreinigungen am Grunde auch in gewissen Teilen des Hafengebiets, z. B. dem Kuhwärder Vorhafen und südlich des Hauptfahrwassers unterhalb von Hamburg, annehmen müssen.

Auch von nicht biologischen Anzeichen macht gar manches die große Bedeutung der Sielwässer zum wenigsten sehr wahrscheinlich. Es sei hingewiesen auf die längs des Nordufers der Elbe von Hamburg bis ungefähr Wittenbergen treibenden Stoffe, die sich unter Umständen, meist wohl nur vorübergehend, an stilleren und ebeneren Stellen ablagern. Sie stammen allerdings, wie besonders die fein zerkleinerten Papierreste, zu einem Teil unzweifelhaft von den Uferbesuchern. Auch der Hafenunrat hat natürlich daran Anteil, vielleicht für die auffallenderen, gröberen Abfälle, die ja bei den Hauptsielen herausgefischt werden, ganz beträchtlich. Aber es sind Reste von Klosettpapier und mikroskopisch alle Arten Küchenabfälle, besonders Kartoffelstückchen und Fleischfasern, dazwischen nachzuweisen. Auf der genannten Strecke erreichen ferner die an der ganzen Niederelbe bis in die See hinaus reichlichen Schwefeleisenablagerungen besondere Stärke.

b) Stärke und Ausdehnung der Verunreinigungen.

Die Beurteilung der Stärke der Verunreinigungen muß sich, wie oben (S. 63) auseinandergesetzt wurde, in erster Linie auf den Bewuchs gründen, während die übrigen Lebensgemeinschaften erst an zweiter und dritter Stelle dafür in Betracht kommen.

Versucht man, das oben tabellarisch dargestellte Schema der Verunreinigungsgrade (S. 164) auf das Gebiet anzuwenden, so ergibt sich aus meiner eingehenden Bearbeitung des Bewuchses in den oberen Hafenteilen (1916b) unter Hinzuziehung der späteren Untersuchungen mit großer Deutlichkeit:

1. daß der größte Teil des Hamburger Hafens von β-mesosaprobem Charakter ist, d. h. eine geringe bis mäßige Verschmutzung zeigt,

2. daß bei St. Pauli und Altona dieser Zustand in den α-mesosaproben übergeht, d. h. eine ziemlich starke Verschmutzung vorliegt,
3. daß die Station Rothenburgsort jenseits der Grenze des oligosaproben Zustandes liegt, d. h. so geringe Verschmutzung zeigt, daß das Wasser dort praktisch als rein angesehen werden kann.

Wendet man die MEZsche Betrachtungsweise an, so ergibt sich, daß die Verschmutzung im Altonaer Gebiet die Grenze des „Gemeinüblichen“, des „Zulässigen“ erreicht, aber nicht überschreitet.

Daß die Abschätzung von Verunreinigungsgraden nach dem bloßen Vorkommen oder Nichtvorkommen gewisser Tier- und Pflanzenarten ernste Bedenken hat, habe ich oben (S. 144) auseinandergesetzt. Es verdient aber doch hervorgehoben zu werden, daß die weit überwiegende Hauptmasse der Bewuchsorganismen sich mit großer Bestimmtheit als „β-mesosaprob“ erweist, und daß nur an den Extrempunkten, bei Altona und bei Rothenburgsort, der faunistisch-floristische Charakter sich merklich ändert. Dort treten Organismen aus den beiden benachbarten Zonen auf. Andere aus diesen Nachbarzonen sind allerdings augenscheinlich im Hamburger Gebiet nicht in der Weise verteilt, welche die besprochene Zoneneinteilung verlangen würde. Aber auch wenn man von der Anwendung dieser schematischen Regioneneinteilung absieht, und das Urteil nur auf die allgemeinen Erfahrungen in anderen Gewässern unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse gründet, so wird man zu keinem anderen Schlusse kommen.

Das Verhalten der Bodentiere stimmt, sachgemäß betrachtet, mit dem der Bewuchsorganismen überein. Will man die Ergebnisse ihrer Untersuchung für die Beurteilung der Stärke der Verunreinigungen mit denen der Bewuchsstudien vergleichen, so wird man zu berücksichtigen haben, daß bei diesen Tieren in viel höherem Grade als bei dem Bewuchs stagnierendes Wasser einen verändernden Einfluß auf die Lebensverhältnisse ausübt, und daß daher die Hafenfauna Besonderheiten hat, die weniger für die allgemeine Beschaffenheit des Stromes, als für die speziellen Lebensbedingungen geschlossener Becken charakteristisch sind. KOLKWITZ sagt (1911, S. 36): „Der Schlamm reiner Gewässer kann β-, bisweilen auch α-mesosaproben Charakter tragen.“ Bei den tiefen Becken des Hamburger Hafens ist eine Verschlechterung der Verhältnisse am Grunde durchaus zu erwarten. Wenn sich, wie ich gezeigt habe (z. B. S. 102 u. 117), Massenansammlungen von Tubificiden, wie sie sonst für die polysaprobe (die am stärksten verschmutzte) Zone als charakteristisch gelten, hier finden, so kann das nicht als ein sehr ungünstiges Zeichen für den Gesamtzustand der Elbe angesehen werden. Daß an solchen Stellen der Reinheitszustand des Grundes beträchtlich zu wünschen übrigläßt, ist natürlich nicht zu leugnen. Ähnlich sind die Verhältnisse in

dem bei Ebbe trocken fallenden Gebiet an flachen Ufern, zumal an besonders günstigen Aufnahmestellen für absinkende Stoffe, die dort zur Zersetzung kommen. Die Beschaffenheit der Tierwelt des losen Bodens ist also unter Umständen geeignet, die Verhältnisse ungünstiger erscheinen zu lassen, als sie wirklich sind. Deutliche Kennzeichen maximaler Verunreinigung sind jedoch in den hohen Werten der Tubificiden bei St. Pauli und Altona, besonders im Altonaer Hafen gegeben.

Was die übrigen Lebensgemeinschaften betrifft, so ist vom Plankton nur zu sagen, daß nach den Untersuchungen des Hygienischen Instituts die planktonischen Bakterien in deutlicher Übereinstimmung mit den Tieren und Pflanzen ebenfalls das Altonaer Gebiet als ziemlich stark verunreinigt kennzeichnen. In betreff der Fische sind die bekannten Beobachtungen über das Absterben von Fängen im Bünn bei den Fischhallen von St. Pauli und Altona (vgl. S. 59) ein wenigstens gelegentlich auftretendes Anzeichen entsprechender Art.

Die verschiedenen biologischen Beobachtungen beweisen also in übereinstimmender und deutlicher Weise, daß im Untersuchungsgebiet die Verunreinigung mäßig ist und nur in der Nachbarschaft und auf den ersten Kilometern unterhalb der Sielmündungen stärkere Grade erreicht.

Wesentlich ist es, die Ausdehnung des Hauptgebietes primärer Verunreinigung und die zentrifugal abnehmenden Stärkegrade der Verunreinigung in ihm festzustellen. Die wichtigsten Ergebnisse hierüber seien noch einmal zusammengefaßt. Bei dem Altonaer Fischmarkt und der Altonaer Landungsbrücke wurden die stärksten Grade unmittelbarer Wasserverunreinigung nachgewiesen. Dort lagen die Maximalstellen des Bewuchses sowohl für die im Freien ausgehängten Platten wie für Aquarienkulturen (vgl. S. 80 und S. 93, Fig. 4). Dort liegt auch die für Fische gefährlichste Gegend, und dicht dabei die so charakteristische Plattenstation St. Pauli meiner Bewuchsarbeit (vgl. S. 70) sowie die Stelle des absoluten Tubificidenmaximums für das ganze Gebiet (vgl. S. 117 und Fig. 7 und 10). Die Nähe der Sielmündungen und der wichtige Umstand, daß es dort Stellen gibt, zu denen bei jeder Strömung ganz frische Abwässer gelangen können, macht das verständlich, um so mehr, da augenscheinlich die Sielwässer sehr schnell in einem für biologische Vorgänge wesentlichen Grade umgewandelt werden.

Von dieser Stelle aus nimmt die Verunreinigung nach allen Seiten hin ab. Als „ziemlich stark“ kann sie, wie gesagt, etwa von St. Pauli bis Neumühlen und vom Ufer bis höchstens in die Strommitte bezeichnet werden. Für die Umgrenzung dieses Gebietes dürften einerseits die Strömungsverhältnisse, andererseits die Selbstreinigungsvorgänge bestimmend sein.

In der Richtung senkrecht zum Strom, in der die Ausdehnung des Gebietes bei weitem am geringsten ist, wirkt begrenzend ausschließlich

die Strömung oder richtiger der Gegendruck der parallel strömenden linken Hälfte der Wassermasse, die nur in geringstem Grade eine Ausbreitung der Abwässer in dieser Richtung gestattet. In der Richtung stromaufwärts wird die Verunreinigung stärksten Grades kaum über die Breite des Geeststammsieles hinaus biologisch nachweisbar, hauptsächlich wohl infolge des Vorwiegens der Ebbe über die Flut und — worauf manche biologische Gründe ziemlich deutlich hinweisen — infolge des Umstandes, daß hier normalerweise täglich einige Stunden lang reines Oberwasser strömt. Dieser letzte Faktor scheint ganz hervorragend günstig zu wirken.

Die Untergrenze dieses Gebietes stärkster Verunreinigung ist schwer festzustellen. Nach den Bewuchsversuchen (Fig. 4) möchte ich sie in die Nähe der Landungsbrücke von Neumühlen setzen. Die baulichen Verhältnisse dürften hier eine wesentliche Wirkung ausüben, insofern nämlich, als bei Neumühlen das Ufer frei wird und der ungehemmte Flutstrom es kräftig bespülen kann, während weiter oberhalb die Bauten des Altonaer Hafens, besonders der Leitdamm, eine starke Hemmung der Strömung bewirken müssen.

Die biologischen Merkmale dieses Kerngebietes der Verunreinigung sind hauptsächlich folgende: Allgemeiner Reichtum des Bewuchses, Reichtum an Abwasserpilzen, besonders *Cladothrix*, auch *Sphaerotilus* sowie gelegentlich *Thiothrix* und *Leptomitus*, das Vorkommen anderer Abwasserorganismen, wie *Oscillatoria* in schwarzgefärbten Überzügen und gelegentlich *Lumbricillus lineatus*, starke Wucherungen von Organismen, die durch Abwässer gefördert werden, wie *Carchesium* an den Algenzotten (eins der auffallendsten Merkmale) und *Tubifex*, Armut an Fischen.

Entfernt man sich aus diesem Hauptgebiete der Verunreinigung, so nehmen, wie gesagt, nach allen Seiten hin die biologischen Anzeichen ungünstiger Verhältnisse ab. Eine weitere Grenze um das Gebiet herum, die sich mit einem gewissen Recht als „Linie gleicher Verunreinigung" bezeichnen läßt, wird nach meinen obigen Darlegungen (S. 157) etwa durch die Grenze des „Gedeihens" (nicht die des „Vorkommens") von *Cordylophora* bezeichnet (vgl. Fig. 3). Sie verläuft etwa in folgender Weise: Von der Kehrwiederspitze längs der Zollgrenze (?) etwa bis in die Breite des Mittelkanals, dann auf der südlichen Stromseite nördlich des Ufers entlang, von der Köhlbrandmündung an wahrscheinlich etwa in der Mitte des Stromes, aber noch lange im wesentlichen parallel dem Nordufer, das sie erst etwa bei Wittenbergen wieder erreicht. Als biologische Eigentümlichkeiten dieses Gebietes kann man hauptsächlich bezeichnen: das Vorkommen von bis über 1000 Tubificiden auf 100 qcm im Schorregebiet an den günstigsten Stellen und das Vorkommen von Fischsterben zu ungünstigsten Zeiten, auch noch ein kräftiges Gedeihen von *Cladothrix*.

Eine weitere derartige Linie, praktisch etwa der Reinwassergrenze gleichzusetzen, wird durch das Auftreten der leider nirgends häufigen Muschel *Dreissena* bestimmt (vgl. Fig. 3). Sie beginnt etwa unterhalb von Rothenburgsort, umzieht fast das ganze Hamburger Hafengebiet, buchtet sich vielleicht im Köhlbrand etwas nach Norden aus und geht längs des Köhlfleths (?) nach den Finkenwärder Kanälen hinüber. Von hier aus wird sie dem Südrande des Hauptfahrwassers entlang zu ziehen sein und sich allmählich mehr und mehr gegen das Nordufer hin verschieben, das sie etwa an der Mündung der Wedeler Aue wieder erreicht. Die biologischen Erscheinungen dieses Bezirks sind sehr mannigfaltig infolge der Mannigfaltigkeit der baulichen und sonstigen örtlichen Verhältnisse und lassen sich schlecht in kurzen Sätzen darstellen. Charakteristisch ist für die durchschnittlichen Zustände etwa der Bewuchs an den mittleren von meinen Untersuchungsstationen, wie Strandquai, Hansahafen, auch Grasbrookhafen (vgl. die Tabelle S. 68).

Bei der Bestimmung der beiden erwähnten Grenzen, die überhaupt zunächst nur als Versuch angesehen werden möge, muß daran erinnert werden, daß jede von ihnen auf eine einzelne „Leitform" gegründet ist, was seine Bedenken hat, daß aber andererseits die allgemeinen Ergebnisse über die Tierverbreitung recht gut zu dieser Verbreitung der Leitformen stimmen.

Für diese Kennzeichnung der Ausdehnung der Verunreinigungen ist, wie man sieht, besonders der Bewuchs maßgebend. Plankton und Fischfauna kommen für die Abgrenzung von Zonen naturgemäß gar nicht in Betracht. Auch die Lebensgemeinschaften des Grundes sind wenig dazu geeignet. Denn da ihre Verbreitung weniger unmittelbar durch die Wasserbeschaffenheit, als vielmehr durch die Ablagerung von nahrhaftem Detritus bestimmt wird, geben sie wohl ein ganz gutes Gesamtbild der Verhältnisse, lassen auch Zunahme und Abnahme der Verunreinigungen erkennen, gestatten aber nicht so gut wie der Bewuchs Grenzen der Verunreinigungszonen zu ziehen. Beachtenswert ist immerhin noch die Grenze des Vorwiegens der Sphaeriiden über die Tubificiden, die ich gelegentlich zu zeichnen versucht habe (Fig. 6). Sie verläuft im Hafengebiet wohl im allgemeinen zwischen der *Dreissena-* und *Cordylophora*grenze. Auch die Grenzen der verschiedenen Häufigkeitsstufen der Tubificiden nach den Bodenfängen sind von Interesse (Fig. 6). Örtlich beschränkte Verunreinigungen, wie etwa im Oberhafen oder bei den Reiherstiegbrücken, werden die Bodentiere mit besonderer Bestimmtheit zum Ausdruck bringen. Den Einfluß des Hauptsiels für das ganze südlich der Norderelbe gelegene Hafengebiet an letzterer Stelle zeigt die Bodenfauna deutlich (vgl. S. 104). Noch deutlicher wird er jedoch wieder durch den Bewuchs nachgewiesen (S. 76).

Die Einteilung des Verunreinigungsgebietes in Zonen, wie sie hier versucht wurde, ist zwar sehr anschaulich, aber etwas künstlich. Sach-

lich richtiger, wennschon weniger geeignet für die Bildung einer klaren Gesamtanschauung, ist die Verfolgung der Abnahme der Verunreinigungen auf Linien, die vom Kerngebiet ausgehen und zu den genannten Grenzen mehr oder weniger „normal" (im Sinne der Geometrie) liegen. Diese Linien müssen in der Hauptsache einerseits in der Richtung des Stromes, andererseits senkrecht dazu verlaufen. Von Veränderungen in derartigen Normalen, die mehr oder weniger mit der Abnahme der Verunreinigungen zusammenzuhängen scheinen, sind besonders folgende hervorzuheben. Beim Übergang vom Nordufer zum Südufer bei St. Pauli (Elbtunnel) beobachtet man: das Schwinden des grauen Überzuges auf den *Cladophora*zotten, das Auftreten von *Cordylophora*, die Abnahme des *Cladothrix*bewuchses auf Platten im Freien und des *Anthophysa*- und Ciliatenbewuchses in Aquarien. Beim Übergange vom Nordufer über das Südufer hinaus ins Hafengebiet oder weiter unterhalb ins Gebiet der Sände hinein zeigt sich Abnahme der Tubificidenmengen und Zunahme anderer Bodentiere, wie besonders auf den Querschnitten durch die Kuhwärder und Waltershofer Häfen (Fig. 8) sowie weiter abwärts (Fig. 9) anschaulich wird. In der Längsrichtung des Stromes wurden die Veränderungen durch folgende Beobachtungsreihen nachgewiesen: Bodengreiferfänge längs des Nordufers (S. 120), Bodengreifer- und Schorreproben in der Stromrichtung durch das südliche Hafen- und Sändegebiet (S. 120 u. 136), Schorreprobenreihe nebst Schlammstecherreihe längs des Nordufers (S. 128 u. 134); diese alle besonders für die Tubificidenmengen. Ferner von Bewuchsreihen die für St. Pauli, Strandquai und Rothenburgsort nach den Zählungen von 1915 (S. 70), die für *Cladothrix* von Rothenburgsort oder Sandtorhöft bis Neumühlen von 1916/17 (S. 79); für *Anthophysa* die entsprechenden Reihen von Aquarienkulturen (S. 93, Fig. 4). Weiter stromabwärts die Bewuchsreihen für die drei Stationen Nienstedten, Falkenstein und Schleepsand (S. 87), auch die für Altona, Neumühlen, Parkhotel, Mühlenberg und Blankenese (S. 88). Schließlich sind die Reihen kleiner Planktonproben für *Eurytemora* und *Coscinodiscus* (S. 51. Fig. 1) vielleicht mit in Betracht zu ziehen.

Die „normale" Lage der Richtungen, in denen die Verunreinigungen abnehmen, zu den obigen Zonengrenzen kommt vielleicht noch deutlicher als in den beiden besprochenen, im wesentlichen aufeinander senkrechten Liniensystemen zur Anschauung, wenn man von einem Punkte, etwa von der Altonaer Grenze aus, Strahlen durch das ganze Gebiet zieht, auf denen gleichsinnige biologische Veränderungen stattfinden. Das gelingt vielleicht einigermaßen für die Zunahme der Sphaeriiden nach den peripheren Gebieten zu auf den Linien zum Binnenhafen, zum Moldauhafen, zum Hansahafen, zum Sprechafen, vielleicht auch zum Reiherstieg, zum Kuhwärder Vorhafen, zum Parkhafen und Köhlfleth, zum Yachthafen,

den Finkenwärder Kanälen und den Sänden, vielleicht auch zu den großen Buhnenfeldern gegenüber der Lühemündung. (Vgl. Fig. 6 u. 9.)

Alle diese Beobachtungsreihen zusammengenommen zeigen, da sie fast durchweg zu quantitativen Feststellungen führten, sehr deutlich die Ausbreitung der Verunreinigungen. Bei ihrer Prüfung ist es wesentlich, darauf zu achten, mit welcher Geschwindigkeit die biologischen Verunreinigungsanzeichen abnehmen und welche Unterschiede in betreff dieser Anzeichenveränderung in den verschiedenen Richtungen bestehen. Ich komme darauf später (S. 178) bei einem Versuch der Abschätzung der Selbstreinigungskräfte zurück.

Schließlich ist hier noch zu fragen, ob sich zeitliche Veränderungen in der Ausbreitung der Verunreinigungen nachweisen lassen. Die stündlichen Veränderungen infolge der Tidenbewegungen schienen in einem Falle in Aquarienkulturen hervorzutreten (S. 90). Veränderungen unter dem Einfluß von Wasserstand und Winden mögen sich in dem Bewuchs von Plattenreihen am Nordufer (S. 79), wohl auch in der Besiedelung der Schorre unterhalb Hamburgs (S. 129) geltend gemacht haben. Unterschiede der Verunreinigung zwischen Sommer und Winter sind wohl sicher vorhanden, aber nicht nachgewiesen. Jahresschwankungen zeigen die biologischen Verhältnisse überall, aber meist zeigen sie keinen Zusammenhang mit Verunreinigungsschwankungen. In den Planktonverhältnissen von 1904 und 1905 hat VOLK vielmehr das Fehlen eines solchen Einflusses festgestellt. Auch eine zunehmende Ausbreitung des Verunreinigungsgebietes in den zwei Jahrzehnten seit Beginn der biologischen Untersuchungen ist nicht nachgewiesen. Man wird also nach allen Erfahrungen zwar im kleinen einen starken Wechsel in der Ausbreitung der Verunreinigungen von Stunde zu Stunde und von Tag zu Tag, im großen aber eine bedeutende Beständigkeit in längeren Zeiträumen annehmen müssen.

c) Die Selbstreinigungsvorgänge im Niederelbegebiet.

Zieht man in Betracht, daß die Selbstreinigungsvorgänge, soweit sie biologischer Art sind, im Anfang, unmittelbar nach dem Eintritt der Abwässer in den Vorfluter, mit großer Geschwindigkeit, „stürmisch" von statten gehen, so werden die Reinigungsfaktoren an der rechten Stromseite von St. Pauli bis Neumühlen besonders beachtet werden müssen. Man muß dabei zwischen drei Lebensgemeinschaften unterscheiden, nämlich der des offenen Wassers, der der des Grundes und des Bewuchses, und wird nur jede für sich berücksichtigen, eine engere Beziehung oder einen Vergleich zwischen ihnen aber nicht aufstellen können.

Der Bewuchs muß eine verhältnismäßig große Rolle spielen, einmal,

weil er in diesem Gebiete sehr reich an den für die Selbstreinigung so wichtigen Abwasserpilzen und Vorticelliden ist, ferner, weil die Bewuchsgelegenheiten sehr zahlreich sind. Abgesehen von der durch Ein- und Ausbuchtungen sehr ausgedehnten Uferfläche und den vielen Pfahlgruppen, liegen vom Anfang der St. Pauli-Landungsbrücken bis zum Anfang des Altonaer Hafens so viel Pontons und „Schlengel", daß die von ihnen besetzte Strecke länger ist als die von ihnen freigelassene. Rechnet man Seiten-, End- und Unterflächen dieser aller zusammen, zieht man die Bodenflächen der hier lagernden Fahrzeuge mit in Betracht, bedenkt man ferner, daß den ganzen Altonaer Hafen entlang das Wasser an dem Leitdamm hinstreichen muß, der eine sehr ausgedehnte Oberfläche hat, so wird man sagen können, daß vom Oberende der St. Pauli-Landungsbrücken bis zum Unterende des Altonaer Hafens die Bewuchsgelegenheiten vielleicht so günstig sind wie in einem mehrere Meter tiefen Kanal mit senkrechten Wänden von der durchschnittlichen Breite des Abstandes der Pontons und des Leitdammes vom Ufer. Es folgt daraus unmittelbar, daß die Bedeutung des Bewuchses für die Selbstreinigung auf dieser Strecke eine recht beträchtliche sein muß.

Auch die Rolle der Bodenfauna in diesem Prozeß wird sehr wesentlich sein, denn die Hemmungen, welche die Strömung durch die vielen Bauten erleidet, macht sich nachweislich in reichlicher Ablagerung geltend. Die Üppigkeit des Tierlebens, zumal der Reichtum an Schlammwürmern, ist denn auch außerordentlich groß. Ihre Leistung muß eine um so beträchtlichere sein, als hier in der unmittelbaren Nähe der Sielmündungen die Abwässer sich wohl noch zum großen Teil nahe über dem Boden hinschieben, ohne schon durch die Wassermasse gleichmäßig verteilt zu sein.

Schließlich ist die Bedeutung der Organismen des freien Wassers, zumal der Bakterien, ohne Zweifel eine ganz beträchtliche, ja wahrscheinlich die größte überhaupt.

Unterhalb von Neumühlen längs des Nordufers wird die Leistung planktonischer Bakterien allen anderen biologischen Reinigungsprozessen an Bedeutung voranstehen. Denn sowohl Bodenfauna wie Bewuchs haben nur selten Gelegenheit, sich üppig zu entwickeln. Wo diese Gelegenheit vorhanden ist, findet man ihr Leben allerdings sehr reich, aber die geringe räumliche Ausdehnung setzt seine Bedeutung auf eine niedere Stufe herab.

Anders gestalten sich die Verhältnisse in den um vieles ausgedehnteren äußeren Gebieten der Selbstreinigungstätigkeit jenseits der *Cordylophora*linie. Die zahlreichen, überaus dicht mit Bodentieren bevölkerten Häfen und Kanäle, deren Bauten zugleich einen üppigen Bewuchs tragen, und die weiten, ruhigen Gründe in der Umgebung der Finkenwärder Sände stellen hier außerordentlich günstige Gebiete für die Selbstreini-

gung am Grunde, zumal für die Verarbeitung von Detritus und damit von Sielschlamm, dar. Die beiden Gebiete in ihrer Bedeutung für die Selbstreinigung miteinander zu vergleichen, ist bis jetzt nicht gut ausführbar. Es muß aber hervorgehoben werden, daß, nach der Anzahl der auf dem Quadratmeter lebenden Tiere zu urteilen, die Bedeutung der Hafenbecken für die Selbsteinigung unverhältnismäßig viel größer ist als die der gleichen Flächen(!) im Gebiete der Sände.

Zu den üppig gedeihenden Bodenorganismen in den beiden genannten Gebieten kommt aber auch hier als mächtiger Faktor der Flußreinigung das gesamte, ungeheuer reiche Leben der gewaltigen Wassermassen, die das Elbbett unterhalb Hamburgs erfüllen. Infolge der weitgehenden Durchmischung der Gewässer, wie sie unter dem Einfluß der Tiden stattfindet, wird alles dies Wasser in einer für einen Strom ungewöhnlichen Vollkommenheit für die Selbstreinigung ausgenutzt werden.

Sehr wesentlich ist der Umstand, daß die Sielwässer die gesamten Seitengewässer der linken Stromseite im allgemeinen nur bei Flut erreichen können. Für die Gebiete unterhalb der Köhlbrandmündung müssen sie dann bereits längere Zeit in dem Wasser der rechten Elbhälfte verteilt sein und daher bereits beträchtliche Veränderungen erlitten haben. Der Einfluß des Köhlbrandwassers scheint von sehr großer, günstiger Bedeutung zu sein.

Als erledigt darf die Selbstreinigung des Wassers selbst vielleicht am Schleepsand gelten. Die Bestimmung eines solchen Endpunktes ist allerdings, wie die meisten Feststellungen über die Selbstreinigung, recht unsicher. Für die Selbstreinigung im Schlamm wird sich eine Grenze der Erledigung noch weniger angeben lassen.

d) Die Gefährlichkeit der Verunreinigung der Elbe.

Ist es schon schwierig, sich von Stätten, Mitteln und Intensität der biologischen Selbstreinigung im Niederelbegebiet ein klares Bild zu machen, so muß es noch um vieles schwieriger sein, zu beurteilen, in welchem Verhältnis die Selbstreinigungskraft des Stromes zum Grade der Verunreinigung steht. Daß sie gegenwärtig genügt, kann keinem Zweifel unterliegen. Wie weit ihre Leistungsfähigkeit noch über ihre gegenwärtige Leistung hinausgeht, was man ihr daher in der Zukunft noch zumuten darf, in welchem Maße eine zukünftige Vermehrung der Verunreinigungen bedenklich oder gefährlich erscheint, ist schwer zu sagen. Wenn ich im folgenden hierüber spreche, so kommt es mir mehr darauf an, die aus den biologischen Untersuchungen sich ergebenden Gesichtspunkte zur Beurteilung dieser Frage hervorzuheben, als die Frage zu beantworten. Ich werde dabei allerdings mein persönliches Urteil

über den Gegenstand aussprechen. Dies Urteil ist auf jahrelange sorgfältige Untersuchungen, vielfache Besprechungen mit Sachverständigen aller Art, eingehendes Studium der einschlägigen Literatur und möglichst allseitige Erwägungen gegründet. Dennoch spreche ich es nur mit allem Vorbehalt aus, wie es durch den Stand der Abwasserbiologie und die gegenwärtige Kenntnis von den biologischen Verhältnissen der Niederelbe geboten erscheint.

Die Veränderungen, welche im Laufe der Zeit das gegenseitige Verhältnis von verunreinigenden und reinigenden Faktoren durch menschliche Einwirkung auf den Strom erleidet, sind teils günstiger, teils ungünstiger Art. In vielen Fällen treten auch gleichzeitig günstige und ungünstige Wirkungen ein. So kann es z. B. bei der Erhöhung der Stromgeschwindigkeit durch Bauten, der Aufsandung tiefer gelegener Gebiete, der Verlegung von Sielmündungen der Fall sein. Im ganzen werden jedoch mit der Vergrößerung Hamburgs und seiner Nachbarstädte die ungünstigen Einwirkungen überwiegen, und nur dieser Fall ist ja hier von Bedeutung.

Welches sind nun die Merkmale biologischer Art, die für Voraussagen über die Gefährlichkeit solcher ungünstigen Veränderungen zur Grundlage dienen können? Es dürften vorwiegend die sein, welche aufklären über

1. das Verhältnis der gegenwärtig nachweisbaren Verunreinigungsstufen zu den höheren und höchsten Stufen möglicher Verunreinigung,
2. das räumliche Verhältnis zwischen Verunreinigungsgebiet und Normalgebiet,
3. das Verhältnis der Schwankungen des Verunreinigungsgrades zu seinem Durchschnittszustande.

Wie die V e r u n r e i n i g u n g s s t u f e n von allen Seiten her nach dem Kerngebiet zu ansteigen, und welches die höchste Stufe, die erreicht wird, ist, wurde (S. 172) nachgewiesen. Die „mäßige“ Verunreinigung (β-Mesosaprobie) der Hauptteile des Hafengebiets und eines Streifens längs des Nordufers unterhalb Neumühlens und die „ziemlich starke“ (α-Mesosaprobie) längs des Nordufers zwischen St. Pauli und Neumühlen gestatten noch eine Steigerung, die nur in dem letztgenannten kleinen Gebiete schon zu Extremwerten führen würde. Möglicherweise ist ein schlimmerer Zustand als der gegenwärtige dort vor der Einrichtung der Abfischanlage bereits vorhanden gewesen, da, wie gesagt (S. 148), VOLK darauf hindeutende Anzeichen beobachtet zu haben scheint. In betreff der Zustände am Grunde wurde (S. 117) das Vorkommen von mehr als 1 Million Tubificiden auf dem Quadratmeter im Kerngebiet, allerdings nur an einer Stelle, nachgewiesen. Daß dieser hohe Wert doch noch einer beträchtlichen Steigerung fähig ist, zeigen die Befunde von HOFER in der Isar, der 33 Millionen Tubificiden für den Quadratmeter feststellte.

Eine wesentliche Steigerung der Verunreinigung in diesem innersten Gebiete würde aber augenscheinlich in einiger Zeit zu Zuständen führen müssen, die nicht mehr als zulässig bezeichnet werden könnten, zumal auch im Interesse des gefährdeten Fischtransportes nach den leider gerade dort gelegenen Fischmärkten. Es fragt sich aber, ob diese Zustände in absehbarer Zeit, und ob sie überhaupt eintreten müssen. Welche Mengen von Abwässern nötig sind, eine bestimmte Wassermasse aus dem α-mesosaproben in den polysabroben Zustand überzuführen, ist nicht bekannt. Die Verunreinigungsstufe des Wassers wird aber auch in Fällen wie dem vorliegenden überhaupt nicht von dem Verhältnis zwischen Abwasser und Vorfluter allein bestimmt. Die Annahme, daß die Verunreinigung des genannten Stromteils im Verhältnis der relativen Zunahme der Abwässer steigt, ist willkürlich. Die andere mögliche Annahme, daß der gegenwärtige (α-mesosaprobe) Zustand bestehen bleibt, sich aber über größere Gebietsteile ausbreitet, ist vielleicht wahrscheinlicher, weil wesentliche, unveränderliche Faktoren einer Erhöhung der Verunreinigungsstufe entgegenwirken. Die Stärke der Strömung, die Größe der Wassermasse, die Reinheit des Oberwassers bei Ebbe, der Wechsel in der Richtung der Wasserbewegung, die lebhafte Wassermischung durch den Schiffsverkehr, die Zugänglichkeit des breiten Stromes für Winde, der Mangel an Ablagerungsgelegenheiten sind solche Faktoren, die einer unbegrenzten Steigerung der Verunreinigung des Kerngebiets wirksam entgegenarbeiten dürften. Diese Umstände setzen z. B. der Menge der zur Ablagerung gelangenden Sielstoffe unzweifelhaft eine bestimmte Grenze und damit eine Grenze für alle damit zusammenhängenden Kalamitäten. Sie müssen ferner verhindern, daß extrem niedrige Sauerstoffwerte zu einer dauernden Erscheinung werden, u. dgl. m. Somit scheint mir vieles dafür zu sprechen, daß eine extensive Zunahme der Verunreinigungen wahrscheinlicher als eine intensive ist.

Für die technische Behandlung des Abwasserproblems wird sich daraus die Folgerung ergeben, daß in diesem bedenklichsten Gebiete eine möglichst schnelle und weite Ausbreitung der Abwässer mit allen Mitteln zu fördern, ein Stagnieren des Wassers aber, das anderwärts hervorragend günstig wirken kann, zu verhindern ist.

Wie das Verunreinigungsgebiet sich seiner räumlichen Ausdehnung nach zu dem Reinwassergebiet verhält, kann man versuchen in Zahlen annähernd auszudrücken. Der gesamten Stromstrecke, in der Verunreinigungen biologisch nachweisbar sind, etwa von den Hamburger Elbbrücken bis Schulau, entspricht eine Wasserfläche von wenigstens 20 qkm. Dem β-mesosaproben Gebiete gehört davon vielleicht die Hälfte, dem α-mesosaproben etwa 1 bis 1,5 qkm an. Das gewaltige Überwiegen des Reinwassergebietes, die ganz geringe Ausdehnung des Gebietes stärkster

Verunreinigung sind unverkennbar. SCHIEMENZ bemerkt in seinem öfter erwähnten Gutachten, daß ihn der bloße Anblick der gewaltigen Wassermasse der Elbe bei Hamburg davon überzeugt habe, daß der Strom die Selbstreinigungsarbeit sehr gut müsse leisten können. Daß diese Gunst der räumlichen Verhältnisse noch eine weitgehend gesteigerte Ausnutzung des Vorfluters gestattet, ist nicht wohl zu bezweifeln. Auch eine Ausdehnung des gesamten Selbstreinigungsgebietes weiter stromabwärts über seine gegenwärtigen Grenzen hinaus würde keinerlei Bedenken haben.

Diese räumlichen Verhältnisse geben auch einen Einblick in die Geschwindigkeit, mit der gegenwärtig die Selbstreinigung der Verunreinigung Herr wird. Je schärfer sich die Ungunst der Verhältnisse bei Altona herausgestellt hat, um so entschiedener kommt auch die schnelle Besserung der Verhältnisse außerhalb dieses Kerngebietes zur Geltung. Sie zeigt, wie wenig man berechtigt ist, von einer starken Verschmutzung der Niederelbe als ganzen zu sprechen. Der schnelle Abfall der Verunreinigungsanzeichen nach allen Seiten, ausgenommen stromabwärts unmittelbar am Nordufer, beweist die starke Übermacht, welche die Reinigungsfaktoren über die Verunreinigungsfaktoren gegenwärtig noch haben. Daraus aber ist weiter zu folgern, daß ungünstige Veränderungen in der Zukunft nur langsam zentrifugal fortschreiten können. Und je weiter, um so langsamer muß das geschehen.

Nun ist allerdings zu bedenken, daß eine derartige Gebietsabschätzung nicht rein quantitativ geschehen kann, vielmehr, zumal in bezug auf die Selbstreinigung durch benthonische Organismen, auch qualitativ ausgeführt werden muß. Leider wissen wir wenig über das Wertverhältnis, welches gleiche Räume im offenen Strom, in Hafenbecken und über flachen Seitengründen zueinander haben. So viel läßt sich zwar sagen, daß die Abnahme der flachen Sände und die Zunahme der Häfen durch bauliche Ausgestaltung des Gebietes in ungünstigem bzw. günstigem Sinne einwirken müssen, wir wissen aber nicht, in welchem Grade. Im besonderen vermögen wir über die stattfindende Aufsandung großer Gebiete der Bucht zwischen Finkenwärder und Schulau nur so viel zu sagen, daß sie zunächst durch Vermehrung der flachen Gründe sehr günstig wirken wird, dann aber, wenn diese Gründe ganz über das Wasser gehoben sind, ungünstig. Ob diese ungünstigen Veränderungen einen wesentlichen oder nicht wesentlichen Zuwachs zur Gefährlichkeit der Zunahme der Abwässer darstellen werden, und wie weit sie durch die Einrichtung von Selbstreinigungsbecken in Gestalt von Häfen aufgewogen werden, darüber habe ich mir kein Urteil zu bilden vermocht.

Neben diesem für die technische Behandlung der Angelegenheit wichtigen Gesichtspunkt ist als ein zweiter in diesem Zusammenhang der hervorzuheben, daß die Rücksicht auf die Fischerei es zur unabweis-

lichen Forderung macht, daß in der ganzen Längserstreckung des Gebietes ein für alle Fische genügend reines Wasser in einer gewissen Breite dauernd erhalten bleibe. Eine Gefahr scheint mir in dieser Richtung zur Zeit noch sehr entfernt zu liegen. Denn, wie ich nachgewiesen habe, trennt der Strom selbst Reinwasser und Unreinwasser ziemlich scharf voneinander. Unzweifelhaft bedenklich würde aber in dieser Beziehung eine Einleitung von großen Abwassermengen an der Südseite der Norderelbe oder in den Köhlbrand, zumal auf dessen Südseite, sein.

Im ganzen darf man, wie ich glaube, behaupten, daß, nach den räumlichen Verhältnissen der Organismenverteilung zu urteilen, die Niederelbe noch eine wesentlich vermehrte Zufuhr von Abwässern ohne ernstliche Gefahr ertragen kann, unter der Voraussetzung jedoch, daß bei der baulichen Umgestaltung des Stromgebietes die biologischen Gesichtspunkte nicht außer acht gelassen werden. So deutlich gerade in diesem Gedankenzusammenhange die Gunst der Verhältnisse zum Ausdruck kommt, so wichtig ist es, hervorzuheben, wie sehr die Ausnutzbarkeit dieser günstigen Verhältnisse und die Vermeidung der an sich nur geringen Gefahren von der sachgemäßen Behandlung des Stroms abhängt.

Besonders beachtenswert in bezug auf die Frage der Gefährlichkeit der Verunreinigungen sind die Schwankungen, denen sie im Laufe der Zeit unterliegen. Wenn man fragt, ob wesentliche ungünstige Veränderungen, ob Gefahren wahrscheinlich oder unwahrscheinlich sind, so werden die Beobachtungen, welche über die geringere oder größere Stabilität der gegenwärtigen Verhältnisse gemacht worden sind, einen wichtigen Anhalt für das Urteil geben. Diese Stabilität ist nach allen Anzeichen eine sehr hohe. Die Einflüsse von Windstau, starken Temperaturveränderungen, Sturmfluten, niederem Wasserstande usw., wie sie zu allen Jahreszeiten vorkommen, pflegen in keiner merkbaren Erschütterung der Verhältnisse zum Ausdruck zu kommen, obwohl sie die Ausbreitung der Abwässer und ihre Zugänglichkeit für Selbstreinigungsfaktoren oft in ungünstigem Sinne beeinflussen. Meine Bewuchsuntersuchungen haben gezeigt, daß Temperaturerhöhungen von den Organismen durch üppigere Lebensentfaltung beantwortet werden, die Aquarienkulturen haben gezeigt, daß die Beanspruchung der Reinigungskräfte an einem Orte von Tag zu Tag sehr wechseln kann, ohne daß Störungen eintreten. Jeder Vergleich zwischen Sommer und Winter zeigt, daß die starke Herabsetzung der biologischen Kräfte in der kalten Jahreszeit keine merkbaren ungünstigen Folgen hat. Das alles deutet auf eine bedeutende Festigkeit der bestehenden Verhältnisse und auf ein volles Genügen der Regulationsfähigkeit des Stromes in bezug auf die Verunreinigungsschwankungen unter gewöhnlichen Verhältnissen hin.

Wichtiger als diese Beobachtungen sind die über die Einwirkungen außergewöhnlicher Trockenheits- und Hitzeperioden in manchen Sommern,

wie z. B. 1904 und 1911. Die wertvolle Untersuchung von VOLK über die Zustände des Planktons im Sommer 1904 und ihr Verhältnis zu denen im Jahre 1905 beweist deutlich die geringe Erschütterlichkeit der Selbstreinigungsvorgänge selbst in solchen Extremperioden. Einen ungünstigen Eindruck müssen aber die in solchen Zeiten auftretenden Fischsterben hervorrufen, die ja auch in weniger heißen Sommern schon in geringerem Maßstabe vorkommen.

Die so auffallende Erscheinung eines Fischsterbens ist, rein biologisch, nicht wirtschaftlich, betrachtet, durchaus nicht besonders bedeutsam, denn soweit es sich beurteilen läßt, ist der Prozentsatz, der bei einer solchen Gelegenheit gewöhnlich zugrunde gehenden Fische, meist Jungfische, gegenüber den ungeheuren Massen, welche der Strom davon beherbergt, gering. Wenn entsprechende Prozentzahlen von Würmern, Mollusken oder gar von Protisten sterben, so merkt man das gar nicht und würde es nur schwer nachweisen können. Wie geringe Bedeutung als Verunreinigungsanzeichen diese Erscheinung hat, sieht man daraus, daß Fischsterben dann auch in reinen Gewässern vorkommen (vgl. SCHIEMENZ 1908). Sie lehren somit über die Verunreinigungsgrade nichts Neues, ja sie sind geeignet, darüber zu täuschen, weil der zufällige Beobachter, dem sie sich aufdrängen, weder diesen Ausnahmezustand mit dem normalen noch den Verlust an Fischen mit dem vorhandenen Bestande zu vergleichen vermag. Auf Grund der allgemeinen hydrobiologischen Nachweise ist leicht zu begreifen, daß und warum der Strom selbst starke Fischsterben in den ungünstigsten Sommern ertragen kann, ohne Gefahr für den Gesamtzustand des Fischlebens in seinen Gewässern. So wenig das regelmäßige, massenhafte Wegfangen gewisser Jungfische als Köder mittels der Steerthamen, ebensowenig bewirken diese Fischsterben eine wesentliche Verminderung des Fischbestandes. Die Sicherheit, mit der das Leben in der Elbe auch nach den ungünstigsten Perioden in seinen Normalzustand zurückfällt, leistet Gewähr für die gleiche Stabilität auch im Leben der Fische.

Somit glaube ich auch in bezug auf die außergewöhnlichsten Schwankungen in den biologischen Zuständen der Niederelbe das Urteil fällen zu dürfen, daß sie keineswegs auf ernstliche Gefährlichkeit der Verunreinigungen hindeuten.

Einige Bemerkungen über die Frage der Fischsterben, vom wirtschaftlichen, fischereilichen Standpunkt aus gesehen, mögen hier noch angeschlossen werden. Die hydrobiologische Darstellung des Verunreinigungsgebietes wird, wie ich glaube, das eine klargestellt haben, daß bei der Beurteilung dieser praktischen Angelegenheit in der sorgfältigsten Weise die örtlichen Verhältnisse beachtet werden müssen. Es muß vom Gesichtspunkt der Fischerei aus als das wichtigste

Ergebnis der hydrobiologischen Untersuchungen angesehen werden, daß die strengste Berücksichtigung der gewaltigen örtlichen Unterschiede eine ganz unerläßliche Vorbedingung jedes Urteils ist. Obwohl die Verhältnisse dieses Stromgebietes in vieler Beziehung für eine weitgehende Durchmischung der Wassermassen sehr günstig sind, hat sich doch andererseits gezeigt, wie feste Grenzen die verschiedenen Wasserbezirke voneinander scheiden. Rechtes und linkes Stromufer, Außen- und Innenende eines blind geschlossenen Hafens sind für einen Fisch schnell miteinander zu vertauschen, für die Ausbreitung der Abwässer aber aufs entschiedenste voneinander getrennt. Man kann daher das gewaltige Stromgebiet der Niederelbe nicht als Ganzes in einem einfachen, einheitlichen Urteil erledigen, weder in bezug auf ihren Verunreinigungszustand noch in bezug auf seine Gefährlichkeit für die Fischerei. Elbwasser und Elbwasser sind bei Hamburg grundverschiedene Dinge. Einen bestimmten Verunreinigungsgrad der Niederelbe gibt es nicht. Selbst einen Durchschnittswert dafür anzugeben wäre sinnlos. Und ebensowenig kann man von einer allgemeinen Gefährdung der Fischerei auf Grund einer örtlichen Verringerung des Fischbestandes sprechen. Vor allem kann man nicht die Erscheinungen an den ungünstigsten Stellen zu ungünstigsten Zeiten als Maßstab für die Gefährlichkeit der Zustände im ganzen benutzen.

Sowohl für die abwasserbiologische wie für die fischereibiologische Betrachtung ist an den in den Jahren 1904 und 1911 vorgekommenen größeren Fischsterben meines Erachtens nichts so bemerkenswert, wie, daß die Wirkungen dieser Katastrophen in den folgenden Jahren vollständig wieder verschwunden waren. Erst dieser Umstand gestattet ihre richtige Einschätzung. Es handelt sich danach um Krankheiten des Lebens im Strom, die von Zeit zu Zeit vorkommen können, die aber durch ihre spurlose Wiederheilung gerade die Gesundheit des Organismus' beweisen.

Bei einem Versuche der Abschätzung des Einflusses der Verunreinigungen auf die fischereilichen Verhältnisse bedarf es, wie schon bemerkt, einer sorgfältigen Abwägung der schädlichen gegen die nützlichen Wirkungen der Zufuhr organischer Abwässer auf das Leben der Fische. Welche außerordentliche Produktionkraft für Fischnahrung die Niederelbe besitzt, und wie diese Kraft zu einem guten Teil als Auswirkung der Abwasserzufuhr betrachtet werden muß, dürfte die vorliegende Schrift aufs neue erwiesen haben. Sie hat andererseits hervorgehoben, daß in betreff der Schädigung der Fischerei durch die Abwässer kein Material vorliegt, welches eine Urteilsgrundlage von wissenschaftlichem Wert darstellen würde.

In betreff der tatsächlichen Abschätzung der Abwasserwirkung auf die Fischerei kann ich mein Urteil nicht denen der Fischereisachverständigen, wie SCHIEMENZ (1908), EHRENBAUM und LÜBBERT (vgl. bei BONNE 1912, besonders die Zusammenfassung S. 41) und HOFER, gleichstellen. Ich

will jedoch hervorheben, daß die allgemeinen hydrobiologischen Ergebnisse in gutem Einklang mit den fischereibiologischen stehen und damit geeignet erscheinen, diesen zur Bestätigung und Stütze zu dienen.

Noch weniger als über die fischereilichen Verhältnisse kann ich mir ein Urteil darüber anmaßen, ob der Einfluß der Abwässer auf die Entwicklung der pathogenen Bakterien gefahrdrohend ist. Doch auch auf diesem Gebiete lauten die Urteile der Sachverständigen günstig.

Nach allen diesen Ergebnissen glaube ich, mein Urteil zusammenfassend, sagen zu können, daß die Bedingungen für die Aufnahme der Hamburger Abwässer durch die Elbe zur Zeit keineswegs ungünstig sind, und daß, wenn diese Entledigung der Stadt von ihren Schmutzstoffen zukünftig einmal Bedenken haben sollte, doch die Gefährlichkeit der zunehmenden Verunreinigung des Sromes nicht derart ist, daß sie beunruhigen müßte. Man mag ruhig — wenn auch mit aller Aufmerksamkeit — abwarten, ob die Verhältnisse sich verschlimmern; die Gefahr schneller oder gar plötzlicher, katastrophaler Veränderungen ist nach allen nachgewiesenen Merkmalen des Verunreinigungszustandes augenscheinlich nicht vorhanden.

e) Zusammenfassung des Urteils.

Die biologischen Untersuchungen der Elbe bei Hamburg haben hauptsächlich zu folgenden Ergebnissen über die Verunreinigung des Stromes geführt:

1. Ein zusammenhängendes Verunreinigungsgebiet, welches sich an die Sielmündungen von Hamburg und Altona anschließt, läßt sich deutlich nachweisen.
2. Anderweitige Verunreinigungen sind auch nachweisbar, treten aber an Bedeutung gegen diese ganz zurück.
3. Die Verunreinigung ist im Kern des Verschmutzungsgebietes (s. u. 4a) „ziemlich stark“. Sie zeigt dort etwa die Merkmale der α-mesosaproben Zone von KOLKWITZ und MARSSON. Im größten Teil des Hafengebietes und längs des Nordufers unterhalb Neumühlens ist sie „mäßig“, in den äußeren Teilen des Hafens „gering“ oder praktisch nicht mehr nachweisbar.
4. Man kann folgende Zonen durch gewisse Leitorganismen abgrenzen und durch charakteristische Beschaffenheit der Lebensgemeinschaften in ihnen kennzeichnen:
   a) von den St. Pauli-Landungsbrücken längs des Nordufers bis zur Landungsbrücke Neumühlen, dabei nirgends über die Strommitte hinausgehend;
   b) vom Baumwall bis Wittenbergen, oberhalb des Köhlbrands nicht über das Südufer, unterhalb davon wohl nicht über die Strommitte hinausgehend;

c) von Rothenburgsort bis unterhalb der Wedeler Aue, fast das ganze Hafengebiet einschließend, von der Köhlbrandmündung an aber nur wenig südlich vom Südufer vorgeschoben;
d) die Gebiete außerhalb dieser Grenzen.

5. Der Reichtum des Lebens in der Elbe läßt auf eine außerordentliche biologische Selbstreinigungskraft des Stromes schließen, doch läßt sich die Leistung der verschiedenen Lebensgemeinschaften für die Selbstreinigung bis jetzt nicht bemessen.
6. Auch das Verhältnis zwischen Selbstreinigungskraft und Zunahme der Verunreinigungen ist nicht sicher abzuschätzen, doch genügt diese Kraft unzweifelhaft für absehbare Zeit.

Verzeichnis der angeführten Schriften.

BONNE, G. 1900. Die Wichtigkeit der Reinhaltung der Flüsse, erläutert durch das Beispiel der Unterelbe bei Hamburg-Altona. Leipzig, Leineweber.

— 1912. Die Zustände in der Unterelbe und ihren Nebenflüssen im Jahre 1911, in Verh. Intern. Ver. Reinhalt. d. Flüsse, Heft 29 und separat, Hamburg, Lüdeking.

— 1915. Die deutsche Binnenfischerei und die Flußverunreinigung. Eine Kriegsbetrachtung. In: Korrespondenz-Blatt für Fischzüchter, Bd. 22.

EKMANN, SVEN. 1915. Die Bodenfauna des Vättern, qualitativ und quantitativ untersucht. In: Intern. Revue Hydrobiologie, S. 275—425.

Elbstrombauverwaltung in Magdeburg, 1898. Der Elbstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse, 4 Bände, 1 Tabellenband, 1 Tafelnband. Berlin, Reimer.

HENTSCHEL, E. 1915. Der Detritus als Nahrung der Meerestiere. In: Fischerbote, 7. Jahrgang, S. 158 ff.

— 1916 a. Die festsitzenden Tiere und Pflanzen des Hamburger Hafens und ihre Bedeutung für den Nachweis von Verunreinigungen. In: Fischerbote, 8. Jahrgang, S. 77—83.

— 1916 b. Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen. In: Mitteil. Zoolog. Museum Hamburg, Bd. 33, S. 1—176, 2 Tafeln.

KENT, W. SAVILLE. 1880/81. A Manual of the Infusoria. London. 2 Bände.

KÖNIG, J. 1899. Die Verunreinigung der Gewässer. Berlin, Springer. 2. Aufl., 2 Bände.

KOLKWITZ, R. 1906. Die biologische Selbstreinigung der natürlichen Gewässer und: Mykologie und Reinigung von Abwässern. In: LAFAR, Handbuch techn. Mykologie, Bd. 3.

— 1911 a. Zur Biologie der Talsperren, insbesondere der Eschbachtalsperre bei Remscheid. In: Mitt. Prüf.-Anstalt Wasserversorgung Berlin, Heft 15.

— 1911 b. Biologie des Trinkwassers, Abwassers und der Vorfluter. In: Handbuch der Hygiene von RUBNER, GRUBER und FICKER, Bd. 2, S. 338—384, 2 Taf.

— 1911 c. Das Planktonsieb aus Metall und seine Anwendung. In: Ber. D. Botan. Ges., Bd. 29, S. 511—517.

— und EHRLICH, FELIX. 1907. Chemisch-biologische Untersuchung der Elbe und Saale. In: Mitteil. Prüf.-Anstalt Wasserversorgung Berlin, Heft 9, S. 1—110.

— und MARSSON. 1908. Ökologie der pflanzlichen Saprobien. In: Ber. D. Botan. Ges., Bd. 26 a, S. 505—519.

— und MARSSON. 1909. Ökologie der tierischen Saprobien. In: Intern. Revue Hydrobiologie, Bd. 2, S. 126—152.

LESCHKE, E. 1909. Hamburgische Elbuntersuchung IX, Mollusken. In: Mitt. Naturhist. Museum Hamburg, Bd. 26, S. 249—279.

MERCKEL, KURT. 1910. Die Kanalisation der Freien und Hansestadt Hamburg. Hamburg, Boysen und Maasch, Gr.-8°.

MEZ, C. 1898. Mikroskopische Wasseranalyse. Berlin, Springer. 631 S., 8 Taf.

MIGULA, W. 1904—07. Allgemeine Morphologie usw. der Schizomyceten. In: LAFAR, Handbuch der techn. Mykologie, Bd. 1, S. 29—149.

MOLISCH, H. 1910. Die Eisenbakterien. Jena, Fischer, 8°.

OMELIANSKI, W. 1904—06. Der Kreislauf des Schwefels. In: LAFAR, Handbuch der techn. Mykologie, Bd. 3, S. 214 ff.

PETERSEN, G. C. J. 1914. Report of the Danish Biological Station to the Board of Agriculture 21 (1913) (Übersetzung aus „Fiskeri Beretning for 1912").

SCHIEMENZ, P. 1908. Gutachten über die Hamburger Fischgewässer. In: Zeit. f. Fischerei, Bd. 14.

SCHORLER, B. 1897. Gutachten über die Vegetation der Elbe und ihre Bedeutung für die Selbstreinigung derselben. In: Zeit. für Gewässerkunde, Bd. 1.

THIENEMANN, A. 1909. Beiträge zur Kenntnis der Westfälischen Süßwasserfauna. In: 37. Jahresbericht Westfäl. Prov. Verein. Wiss. Kunst für 1908/09, S. 30.

TIMM, R. 1903. Hamburgische Elbuntersuchung VI, Copepoden. In: Mitteil. Naturhist. Museum Hamburg, Bd. 20, S. 289—309.

VOLK, R. 1903. Allgemeines über die biologischen Verhältnisse der Elbe und über die Einwirkung der Sielwässer auf die Organismen des Stromes. In: Mitteil. Naturhist. Museum, Bd. 19.

— 1906. Studien über die Einwirkung der Trockenperiode im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. Ebendort Bd. 23.

— 1907. Mitteilungen über die biologische Elbuntersuchung des Naturhistorischen Museums zu Hamburg. In: Verh. Naturwiss. Verein Hamburg (3), Bd. 15. (Dasselbe 1908 in Zeitschrift für Fischerei, Bd. 14.)

— 1910. Die Bedeutung der Sielabwässer von Hamburg-Altona für die Ernährung der Elbfische. In: Fischerbote, Bd. 2.

WILHELMI, J. 1914. Die biologische Selbstreinigung der Flüsse. In: Weyls Handbuch der Hygiene, Bd. 2, S. 501—526, 2 Taf. Leipzig, Barth.

— 1915. Kompendium der biologischen Beurteilung des Wassers. Jena, Fischer. 66 S.

ZIKES. 1915. (*Sphaerotilus natans* und *Cladothrix dichotoma*). In: Centralblatt. Bakteriologie, Abt. 2, Bd. 43, S. 529 ff.

Verzeichnis der Tabellen.

Zeichenerklärung für alle Tabellen: Ein Punkt bedeutet Fehlen der betreffenden Zahl, ein Strich Fehlen der betreffenden Organismen, eine Klammer Unsicherheit der Zahl. Durch die Buchstaben s., v., n. s., h., s. h., m. werden die Ausdrücke: selten, vorhanden, nicht selten, häufig, sehr häufig und massenhaft abgekürzt. > bedeutet „größer als", < „kleiner als", << „viel kleiner als" usw.

Verzeichnis der Figuren.

Verzeichnis der Gattungs- und Artnamen.

Verzeichnis der Ortsnamen.

Das Verzeichnis gibt außer den bezüglichen Seitenzahlen den Stromkilometer an, in dessen Breite der Ort liegt, sowie nach Möglichkeit die Figur (Karte), auf der der Name am besten zu finden ist.

Inhalt.

Eingegangen am 1. Juli 1917.

Versuch einer Synopsis der Schlangenfamilie der Glauconiiden.

Von *F. Werner*.

Bei Gelegenheit der Bestimmung einiger afrikanischer *Glauconia*-Arten habe ich vorerst für meinen eigenen Gebrauch die Beschreibungen aller seit dem Erscheinen von BOULENGERS Schlangenkatalog neu beschriebenen Arten zusammengetragen und versucht, mir ein Bild von der Art ihrer Zusammengehörigkeit zu machen. Da ich glaube, daß diese Arbeit, die ich dann noch weiter ausgebaut und durch Ausarbeitung einer Bestimmungstabelle erweitert habe, sich auch meinen Fachkollegen nützlich erweisen wird, so gebe ich sie hier wieder. Dazu muß ich aber bemerken: Ich habe zwar im Laufe der Jahre Gelegenheit gehabt, eine ansehnliche Zahl von Glauconien zu untersuchen, aber nicht immer von der Selbständigkeit und von den Verwandtschaftsbeziehungen der einzelnen Arten eine richtige Vorstellung gewinnen können, sofern ich sie nicht eben selbst gesehen habe, und zwar deshalb, weil gewisse Merkmale in der Beschreibung der einen Art erwähnt, in der einer anderen aber übergangen sind, ohne daß man sagen kann, ob dies deswegen geschehen ist, weil diese Merkmale bei der betreffenden Art nicht sichtbar sind oder deswegen, weil ihnen der Autor keine besondere Bedeutung beigelegt hat. Daher kann die Bestimmungstabelle auf absolute Verläßlichkeit keinen Anspruch machen, wohl aber wenigstens eine Vorstellung geben, wo man irgendeine vorliegende Art zu suchen hat. Ich habe den Stoff in folgender Weise angeordnet:

A. Alphabetisches Verzeichnis der Artnamen mit Literatur und Fundortsangabe und Vermerk, mit welchen Arten die angegebenen dem Autor zufolge zunächst verwandt sind (für die seit BOULENGERS Katalog beschriebenen Arten).
B. Übersicht über die geographische Verbreitung.
C. Tabellarische Übersicht der Körpermaße.
D. Bestimmungstabelle.
E. Systematisches Verzeichnis aller bisher beschriebenen und als selbständig betrachteten Arten mit der wichtigsten Literatur seit BOULENGERS Katalog, Verbreitungsangaben und (für die seit den Cat. Sn. Brit. Mus. beschriebenen Arten) die Artbeschreibung.

A. Alphabetisches Verzeichnis der seit 1896 beschriebenen Glauconia-Arten mit Literaturangabe.

boettgeri WERNER, Zool. Anz. XXII, 1899, p. 116. — ? (verw. *humilis*).

boulengeri BOETTGER, in: VOELTZKOW, Reise Ostafrika, Wiss. Ergebn. III, Heft IV, 1913, p. 354, Taf. 25, Fig. 1. — Insel Manda (verw. *emini* und *braueri*).

braueri STERNFELD, Mitt. Zool. Mus. Berlin, Bd. V, 1910, p. 70. — Bagamoyo (verw. *dissimilis*).

burii BOULENGER, Ann. Mag. N. H. (7) XVI, 1905, p. 178. — Südarabien (verw. *blanfordi* und *nursii*).

carltoni BARBOUR, Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., Cambridge, Mass. LI, Nr. 12, 1908, p. 316. — Amballa, Indien (verw. *blanfordi*).

dissecta COPE, Amer. Naturalist XXX, 1896, p. 753. — Neumexiko (verw. *dulcis*).

filiformis BOULENGER, Bull. Liverpool Mus. II, 1899, p. 7; Nat. Hist. Sokotra, p. 88, Taf. XI, Fig. 2. — Sokotra (verw. *macrorhynchus*).

gestrii BOULENGER, Ann. Mus. Genova, Serie 3a, II (XLII) 1906, p. 210. — Fernando Po und Kamerun (verw. *sundevalli*).

gracilior BOULENGER, Ann. S. Afr. Mus. Pt. V, IX, 1910, p. 524. — Kap.

hamulirostris NIKOLSKY, Ann. Mus. Zool. Ac. Imp. St. Petersb. X, 1905 (1906), p. 286, Fig. 4—5. — Arabistan, Persien.

labialis STERNFELD, SB. Ges. Nat. Fr. Berlin, 1908, p. 92. — Deutsch-Südwestafrika.

laticeps NIKOLSKY, Ann. Mus. Zool. Ac. Imp. St. Petersb. X, 1905 (1906), p. 288, Fig. 6—7. — Arabistan, Persien.

latifrons STERNFELD, SB. Ges. Nat. Fr. Berlin, 1908, p. 94.

latirostris STERNFELD in: Wiss. Erg. D. Zentr. Afr. Exp. 1907—1908, Bd. IV, Zool. II, Lief. 9, p. 264 (1912). — Tanganjika (verw. *conjuncta*).

lepezi BOULENGER, Ann. Mus. Congo, Zool., Serie I, Mat. Faune Congo, Tome II, Fasc. I, p. 8, Taf. III, Fig. 2. — Unterer Kongo.

macrura BOULENGER, Bull. Liverpool Mus. II, 1899, p. 7 (*longicauda*, nec PETERS); Nat. Hist. Sokotra, p. 89, Taf. XI, Fig. 3.

merkeri WERNER, Jahresh. württ. Ver. f. Naturk., 1909, p. 61. — Moschi, Deutsch-Ostafrika (verw. *emini*).

reticulata BOULENGER, Ann. Mag. N. H. (7) XVIII, 1906, p. 441. — Somaliland (verw. *narirostris*).

unguirostris BOULENGER, Ann. Mag. N. H. (7) IX, 1902, p. 338. — Argentinien.

B. Übersicht nach der geographischen Verbreitung.

I. Paläarktisch.

Westasien: { Rhodus (?): *fitzingeri*.
Mesopotamien (?): *macrorhynchus*.

Westasien:
- Persien: *macrorhynchus, hamulirostris, laticeps, blanfordi.*
- Belutschistan: *blanfordi.*

Nordafrika:
- Algerien: *macrorhynchus.*
- Ägypten: *cairi.*

II. Äthiopisch.

Nordostafrika:
- Südarabien: *burii, nursii.*
- Sokotra: *filiformis, macrura.*
- Ostsudan: *cairi, dissimilis, macrorhynchus.*
- Abessinien: *cairi, emini.*
- Somaliland: *reticulata.*

Ostafrika:
- Britisch-Ostafrika: *boulengeri, signata, emini.*
- Deutsch-Ostafrika: *signata, conjuncta, merkeri, braueri.*
- Zentralafrika (Seengebiet): *emini, latirostris.*
- Portugiesisch-Ostafrika: *longicauda, scutifrons.*

Südafrika:
- Transvaal: *distanti, scutifrons* (?), *conjuncta, nigricans.*
- Natal: *conjuncta, distanti, scutifrons* (?).
- Kapkolonie: *nigricans, gracilior, scutifrons* (?).
- Deutsch-Südwestafrika: *labialis, scutifrons, latifrons.*
- Zululand: *distanti, conjuncta.*
- Mashonaland: *nigricans.*
- Rhodesia: *distanti, scutifrons* (?), *nigricans.*
- Basutoland: *nigricans.*

Westafrika:
- Angola: *rostrata, latifrons* (?).
- Kongo: *lepezi.*
- Kamerun: *gestri.*
- Oberguinea (Nigergebiet): *sundevalli, narirostris, brevicauda, bicolor, conjuncta.*
- Inseln (Fernando Pò): *gestri.*

III. Orientalisch.

Ostindien: *blanfordi, carltoni.*

IV. Neotropisch.

Südamerika:
- Venezuela und Guayana bis Argentinien: *albifrons.*
- Kolumbien: *goudoti.*
- Venezuela: *affinis, macrolepis.*
- Brasilien: *dimidiata, ? bilineata.*
- Argentinien: *unguirostris.*

Antillen: *albifrons, bilineata.*

Zentralamerika (Mexiko): *albifrons, dulcis, myopica, humilis.*

V. Nearktisch.

Nordamerika: Neumexiko: *humilis, dissecta.* Florida, Texas: *dulcis.* Arizona: *humilis.*

C. Tabellarische Übersicht der Körpermaße bei Glauconia.

Art	Durchmesser in Gesamtlänge	Art	Schwanzlänge in Gesamtlänge	Art	Länge
filiformis	100—140	macrura	5—7	albifrons	375
macrolepis	81½—113	laticeps	5½	macrolepis	290
gracilior	90—100	hamulirostris	6½—9	hamulirostris	288
scutifrons	70—100	nigricans	8—13	dimidiata	280
labialis	65—100	narirostris	8½	septemstriata	280
cairi	65—90	longicauda	9	blanfordi	240
merkeri	80—87	lepezi	9	nursii	250
hamulirostris	76—81	emini	9—10	laticeps	247
fitzingeri	80	conjuncta	9—12	dimidiata	235
latifrons	60—80	reticulata	9½	gracilior	230
boettgeri	75	carltoni	10	boettgeri	225
longicauda	70	macrorhynchus	10	dulcis	220
blanfordi	60—70	nursii	10	burii	210
distanti	65	gracilior	10—15	dimidiata	208
signata	65	boulengeri	11	affinis	205
bicolor	50—65	dissimilis	11½	myopica	200
rostrata	64	merkeri	11½—13½	cairi	196
conjuncta	45—60	distanti	12	narirostris	195
dulcis	44—60	blanfordi	12—14	rostrata	192
brevicauda	57	affinis	13	humilis	290
laticeps	54—56	filiformis	13	reticulata	290
latirostris	55	fitzingeri	13	unguirostris	180
carltoni	55	latirostris	13	merkeri	175
emini	48—55	signata	13	macrorhynchus	170
humilis	47—55	bilineata	14	brevicauda	170
albifrons	45—55	dimidiata	14	macrura	170
nigricans	40—53	cairi	14—15	labialis	170
burii	52	macrolepis	14—15½	emini	163
affinis	51	dissecta	15	fitzingeri	160
lepezi	50	labialis	15	nigricans	160
nursii	50	albifrons	15—21	filiformis	155
unguirostris	50	humilis	15—23	latirostris	155
myopica	50	burii	15⅔	conjuncta	155
narirostris	49	rostrata	16	goudoti	145
macrura	40—48	myopica	16—20	distanti	130
dimidiata	47	dulcis	17—20	signata	130
septemstriata	45	sundevalli	17½	gestrii	130

Art	Durchmesser in Gesamtlänge	Art	Schwanzlänge in Gesamtlänge	Art	Länge
gestrii	38—43	gestri	19—22	bicolor	125
sundevalli	42	boettgeri	20	lepezi	125
dissimilis	42	bicolor	20—26	bilineata	110
macrolepis	41	goudoti	21	sundevalli	105
braueri	40	brevicauda	25—30	dissimilis	104
reticulata	38	unguirostris	26	braueri	85
bilineata	36	septemstriata	28		
boulengeri	30				

D. Bestimmungstabelle.

1. Kein Supraoculare, das Oculare von dem der anderen Seite nur durch ein einziges Schild getrennt 2
   Supraoculare vorhanden, das Oculare von dem der anderen Seite durch drei Schildchen getrennt 5
2. Durchmesser 65—100mal in der Gesamtlänge enthalten 3
   „ nicht über 55mal in der Gesamtlänge enthalten . . . 4
3. Vorderes Supralabiale vorhanden . . . . . *boettgeri*
   „ „ fehlt . . . . . *labialis*
4. Vorderes Supralabiale erreicht das Auge; Oberseite einfarbig . . *humilis*
   „ „ „ nicht das Auge; Oberseite mit sieben dunklen Linien . . . . . *septemstriata*
5. Oculare erreicht nicht den Oberlippenrand 6
   „ „ den Oberlippenrand zwischen zwei Supralabialen 8
6. Vier Supralabialia, das vierte am größten . . . . . *bilineata*
   Drei Supraocularia 7
7. Zweites Supralabiale das größte; Schwanz mehr als dreimal so lang wie breit . . . . . *dissimilis*
   Drittes Supralabiale das größte; Schwanz kaum doppelt so lang wie breit . . . . . *braueri*
8. Oculare vom unteren Teil des Nasale durch zwei Supralabialia getrennt 9
   Oculare vom unteren Teil des Nasale durch ein Labiale getrennt 13
9. Supraoculare groß, so groß wie die folgenden Kopfschilder 10
   „ klein 11
10. Nasale halbgeteilt . . . . . *sundevalli*
    „ geteilt . . . . . *gestri*
11. Zweites Supralabiale klein, nicht größer als erstes . . . . . *bicolor*
    „ „ größer als erstes 12

12. Zweites Supralabiale erreicht nicht das Auge .... *macrolepis*
„ „ „ das Auge .... { *myopica* / *dissecta* }
13. Schnauze hakig gebogen, unten flach oder konkav 14
„ einfach abgerundet, nicht hakig 20
14. Durchmesser 100—140mal in Gesamtlänge enthalten 15
„ weniger als 100mal in Gesamtlänge enthalten..... 16
15. Schnauze abgerundet, Rostrale reicht bis zur Verbindungslinie der Augenvorderränder.......................... *macrorhynchus*
Schnauze etwas zugespitzt, Rostrale reicht nicht bis zwischen die Augenvorderränder .... *filiformis*
16. Nasale halbgeteilt, Durchmesser 76—81mal in Gesamtlänge enthalten .... *hamulirostris*
Nasale geteilt, Durchmesser nicht über 65mal in Gesamtlänge enthalten 17
17. Rostrale reicht über die Verbindungslinie der Augen hinaus; Durchmesser über 60mal in Gesamtlänge enthalten, Schwanzlänge 12- bis 16mal.. 18
Rostrale reicht nicht über die Augen hinaus; Durchmesser nicht über 50mal in Gesamtlänge enthalten 19
18. Schnauze scharfkantig; Färbung lichtbraun............... *rostrata*
„ abgerundet; „ schwarz .... *distanti*
19. Rostrale reicht nicht bis zwischen die Augen; Schwanzlänge 5—7mal in Gesamtlänge enthalten .... *macrura*
Rostrale reicht bis zwischen die Augen; Schwanzlänge 26mal in Gesamtlänge enthalten........................... *unguirostris*
20. Vorderes Supralabiale erreicht das Auge ganz oder nahezu 21
„ „ „ nicht das Auge 23
21. Vorderes Labiale breiter als der Unterrand des Oculare .... *affinis*
„ „ schmäler als der Unterrand des Oculare 22
22. Nasale vollständig geteilt.............................. *albifrons*
„ halbgeteilt .... *goudoti*
23. Supraoculare (meist) fast doppelt so breit wie lang, dahinter ein oder mehrere quer erweiterte Schildchen.................. 24
Supraoculare (meist) klein, keine erweiterten Schildchen dahinter 30
24. Nasale halbgeteilt; Schuppen weiß gerandet................ *signata*
„ geteilt; Schuppen meist ohne helle Ränder 25
25. Kopf breiter als der folgende Rumpfabschnitt; drei quer erweiterte Schildchen hinter dem Supraoculare .... *laticeps*
Kopf nicht merkbar verbreitert; zwei oder ein verbreitertes Schildchen hinter dem Supraoculare 26
26. Rostrale reicht bei weitem nicht bis zwischen die Augen; Durchmesser 30mal in Gesamtlänge enthalten; Oberseite bleigrau . . *boulengeri*

Rostrale erreicht fast die Verbindungslinie der Augen oder darüber hinaus; Durchmesser über 50mal in Gesamtlänge enthalten; Oberseite tiefbraun oder schwarz 27

27. Rostrale erreicht nicht ganz die Augenverbindungslinie; ein vergrößertes Schildchen hinter dem Supraoculare; Durchmesser 50mal in Gesamtlänge enthalten . . . . *emini*

Rostrale erreicht Augenverbindungslinie oder darüber hinaus . . . 28

28. Ein vergrößertes Schildchen hinter dem Supraoculare, das der andern Seite fast erreichend; Rostrale weit über die Augenverbindungslinie hinausreichend . . . . *latirostris*

Zwei vergrößerte Schildchen hinter dem Supraoculare 29

29. Rostrale erreicht Augenverbindungslinie; Durchmesser 50mal in Gesamtlänge enthalten . . . . *lepezi*

Rostrale reicht über Augenverbindungslinie hinaus; Durchmesser wenigstens 80mal in Gesamtlänge enthalten . . . . *merkeri*

30. Rostrale reicht bis zur Verbindungslinie der Augenhinterränder oder darüber hinaus 31

Rostrale erreicht nicht die Verbindungslinie der Augenhinterränder 33

31. Vorderes Supralabiale vorhanden; Schuppen nicht mit hellen Rändern 32

„ „ fehlt; Oberseite hellrot, Schuppen mit weißen Rändern . . . . *scutifrons*

32. Durchmesser 60—80mal in Gesamtlänge enthalten, Schwanzlänge 12—20mal . . . . *latifrons*

Durchmesser 45—60mal in Gesamtlänge enthalten, Schwanzlänge 9—12mal . . . . *conjuncta*

33. Vorderstes medianes Kopfschild bedeutend länger als breit . . *dimidiata*

„ „ „ nicht oder wenig länger als breit 34

34. Durchmesser weniger als 60mal in Gesamtlänge enthalten 35

„ 60—110mal in Gesamtlänge enthalten 42

35. Erstes Labiale kleiner als der untere Teil des Nasale 36

„ „ so groß wie der untere Teil des Nasale; sechs Sublabialia 41

36. Schwanzlänge 25—30mal in Gesamtlänge enthalten . . . . . *brevicauda*

„ bis 20mal „ „ „ 37

37. Schwanzlänge 8—13mal in Gesamtlänge enthalten 39

„ 15—20mal „ „ „ 38

38. Schwanz ohne Stachel . . . . *dulcis*

„ mit starkem Stachel . . . . *burii*

39. Supraoculare groß . . . . *nursii*

„ klein 40

40. Dunkelbraun bis schwarz; Schuppen mit hellen Rändern . . *nigricans*

Lichtbraun, Schuppen ohne helle Ränder . . . . *carltoni*

41. Durchmesser 38mal in Gesamtlänge enthalten; Schuppen weiß gesäumt . . . . *reticulata*
Durchmesser 49mal in Gesamtlänge enthalten; Schuppen einfarbig braun . . . . *narirostris*
42. Nasale halbgeteilt 43
„ geteilt 44
43. Erstes Supralabiale nicht ein Viertel des zweiten . . . . *cairi*
„ „ fast halb so groß wie das zweite . . . . *fitzingeri*
44. Rostrale fast doppelt so breit wie das Nasale . . . . *blanfordi*
„ nur wenig breiter als das Nasale . . . . *longicauda*

E. Systematisches Verzeichnis der Arten[1]).

1. Glauconia boettgeri Werner 1899.

Schnauze abgerundet; keine Supraocularia, daher trennt nur ein Schild die Ocularia auf der Oberseite des Kopfes. Rostrale hinten abgerundet, etwa 1/3 der Kopfbreite einnehmend und fast bis zwischen die Augen reichend. Nasale vollständig geteilt, das Nasenloch nahe dem Rostrale. Oculare erreicht den Oberlippenrand zwischen zwei Supralabialen, deren vorderes ebenso hoch, aber schmäler als das hintere ist; vier Unterlippenschilder. Durchmesser des Körpers 75mal in der Totallänge enthalten, Schwanzlänge 20mal. Oberseite einfarbig rotbraun, unten etwas heller.

Habitat? — Totallänge 225 mm, Schwanz 11 mm, Durchmesser 3 mm.

Ich habe diese Art damals mit den beiden amerikanischen Arten *humilis* und *septemstriata* verglichen, da mir um diese Zeit keine andere Art aus der Gruppe ohne Supralabialia bekannt war; sie steht aber wohl der afrikanischen *labialis* zunächst, mit der ich sie auch (in SCHULTZE, Erg. Forschungsreise Südafrika, Vertebrata B. 1910, p. 84 [Jena, Denkschr., p. 354]) vereinigt habe. Wenngleich ich aber noch immer der Ansicht bin, daß die beiden Arten nebst *latifrons* und *scutifrons* in denselben Formenkreis gehören, so will ich sie trotzdem, da die Merkmale doch eine scharfe Scheidung gestatten, als besondere Arten hier aufführen.

2. Glauconia labialis Sternfeld 1908.

„Schnauze gerundet; keine Supraocularia, Ocularia auf dem Scheitel durch ein einziges Schild getrennt. Rostrale sehr groß, bis hinter die Augen sich erstreckend. Nasale völlig geteilt. Oculare an den Lippenrand stoßend, zwischen dem hinteren Nasale und einem großen Labiale. Kein vorderes, oberes Labiale. Durchmesser etwa 65mal in der Länge

[1]) In den nachfolgenden Beschreibungen ist die Zahl der Schuppenreihen um den Körper, die ausnahmslos 14 beträgt, weggelassen.

enthalten, die Schwanzlänge 15mal. Oberseite bräunlich, die Schuppen hell gerändert, Unterseite weißlich. Länge 17 cm.

Ein Exemplar. Outgo (Deutsch-Südwestafrika), Dr. DEMPWOLFF."

Spätere Angaben:

WERNER, Mitt. Naturhist. Mus. Hamburg XXVI, 1909, p. 210. Es wird ein Exemplar erwähnt (Deutsch-Südwestafrika, ohne nähere Fundortsangabe), das bei 101 mm Gesamtlänge 1 mm im Durchmesser hat.

WERNER in: MICHAELSEN, Land- u. Süßwasserfauna Deutsch-Südwestafrikas, Rept. u. Amph., 1915, p. 356. Es wird ein Exemplar von Tsumeb, Deutsch-Südwestafrika (leg. MICHAELSEN) erwähnt mit 106 mm Gesamtlänge, 1 mm Durchmesser.

STERNFELD in: Fauna d. deutschen Kolonien, Reihe IV: Heft 1, 1910, p. 14.

3. Glauconia humilis (Baird et Girard 1853).

BOULENGER, Cat. Snakes I, 1893, p. 70; III, 1906, p. 591.

VAN DENBURGH, Occ. Pap. Calif. Acad. Sc. V, 1897, p. 150, Fig. (*Siagonodon*).

COPE, Rep. U. S. Nat. Mus., 1910, p. 719, Fig. 144.

MOCQUARD, Nouv. Arch. Mus. Paris, 4e Série, Mém. T. I, p. 315.

Arizona, Kalifornien, Niederkalifornien, Presidio, Guanajuato, Colima, Chihuahua, Mexiko. — Länge 302 mm.

4. Glauconia septemstriata (Schneider 1801).

BOULENGER, t. c. p. 71.

Fundort: ? — Länge 280 mm.

5. Glauconia bilineata (Schlegel 1844).

BOULENGER, t. c. p. 70.

Guadeloupe, Martinique, Barbados. — Länge 110 mm.

Das von mir in Mitt. Naturhistor. Mus. Hamburg XXX, 1913, p. 21, beschriebene, 172 mm lange Exemplar („wahrscheinlich von Brasilien", leg. A. BRÜCKMANN), das sich durch schlankeren Körper, Durchmesser 57- anstatt 36mal in der Gesamtlänge enthalten), das bis zum Niveau der Augen reichende Rostrale und andere Färbung: rotbraun, die einzelnen Schuppen schmal hell gerändert, keine Längslinien, Schnauze oben und unten gelblichweiß, auszeichnet, könnte eine besondere Art oder Unterart vorstellen, für die ich den Namen *G. unicolor* vorgeschlagen habe.

6. Glauconia dissimilis Bocage 1886.

BOULENGER, t. c. p. 70.

Weißer Nil. — Länge 104 mm.

7. Glauconia braueri Sternfeld 1910.

„*Glauconia dissimilis* nahestehend. Supraoculare vorhanden. Oculare den Lippenrand nicht erreichend. Drei obere Labialia, das dritte am

größten. Augen gut sichtbar. Färbung rötlichbraun, unten heller. Durchmesser des Körpers etwa 40mal in der Länge enthalten; Schwanz sehr kurz, kaum doppelt so lang wie breit. Gesamtlänge 83 mm.

Ein Exemplar. Bagamojo (Deutsch-Ostafrika), leg. Hauptmann Langheld."

8. Glauconia sundevalli (Jan 1862).

Boulenger, t. c. p. 68.
Sternfeld, Mitt. Zool. Mus. Berlin IV, 1908, p. 210.

Togo, Westafrika. — Länge 105 mm.

9. Glauconia gestri Boulenger 1906.

„Schnauze abgerundet; Supraoculare vorhanden, fast doppelt so breit wie lang, fast so groß wie das Oculare und in Kontakt mit dem zweiten Labiale; Rostrale nicht viel breiter als das Nasale, nicht bis zum Niveau der Augen sich erstreckend, die sehr undeutlich sind; Nasale geteilt; Oculare den Lippenrand erreichend; drei Labialia, zwei vor und eins hinter dem Oculare; zweites Labiale nahezu so groß wie das Oculare, fünf untere Labialia. Durchmesser des Körpers 38—43mal in der Gesamtlänge enthalten, Schwanzlänge 19—22mal. Dunkelbraun oben, hellbraun unten; Schwanzende weißlich." Länge 130 mm.

Fernando Po (Basilé und Musola, 400—700 m), Kamerun (Buca, 900—1200 m).

10. Glauconia bicolor (Jan 1860).

Boulenger, t. c. p. 69.
Sternfeld, Mitt. Zool. Mus. Berlin IV, 1908, p. 210.

Togo, Goldküste. — Länge 125 mm.

11. Glauconia macrolepis Peters 1857.

Boulenger, t. c. p. 69.

Venezuela. — Länge 290 mm.

12. Glauconia dissecta Cope 1896.

Cope, Rep. U. S. Nat. Mus. 1898 (1900), p. 716, Fig. 142.

„Nasale vollständig geteilt, Rostrale hinten abgerundet, die Augen-(verbindungs)linie erreichend. Zwei Labialia vor dem Oculare, das vordere das Auge erreichend. Frontal- und Supraorbitalschuppe kleiner als die hinter ihnen gelegenen. Das Auge liegt dicht am Nasale und entfernt vom Supraoculare. Postoculare das letzte Labiale erreichend und hinten durch drei ungefähr gleiche Schuppen. Untere Labialia fünf, das zweite doppelt so groß als eins der anderen, das vierte eben die Mundspalte erreichend und das fünfte sehr klein. Ein großes Präanalschild. Schwanz unter-

seits abgeplattet, in der Gesamtlänge ungefähr 18mal enthalten. Färbung sehr lichtbraun oben, weißlich unten."

Lake Valley, Südneumexiko. — Länge 235 mm.

Diese Art kann nicht, wie COPE meinte, mit *G. dulcis*, sondern nur mit *G. myopica* verglichen werden, der sie äußerst nahezustehen scheint. Das Vorhandensein eines großen Präanalschildes und die Abplattung des Schwanzes auf der Unterseite wären die einzigen Unterscheidungsmerkmale, wenn sie bei *myopica* nicht zutreffen sollten.

13. Glauconia myopica (Garman 1883).

BOULENGER, t. c. p. 69.

Mexiko. — Länge 200 mm.

14. Glauconia macrorhynchus (Jan 1862).

BOULENGER, t. c. p. 61.
JAQUET, Bibliogr. Anat. IV, p. 79 (*algeriensis*).
WALL, Journ. Bombay N. H. Soc. 1908, p. 796.

Biskra, Algerien; Sennaar; Euphrat; Persien.

15. Glauconia filiformis Boulenger 1899.

„Sehr nahe verwandt *G. macrorhynchus* JAN, mit der sie in der sehr vorspringenden hakigen Schnauze, der Zahl und Anordnung der Kopfschilder und der sehr schlanken Gestalt übereinstimmt. Sie unterscheidet sich durch die mehr zugespitzte Schnauze und durch das nicht bis zum Niveau der Augen reichende Rostrale. Durchmesser des Körpers 100- bis 140mal in der Gesamtlänge enthalten, Schwanzlänge 13mal. Schwanzstachel klein."

Sokotra, 350—2500′. — Länge 155 mm.

16. Glauconia hamulirostris Nikolsky 1905.

„Kopf nicht breiter als Körper, Schnauze stark vorspringend, zugeschärft[1]), etwas hakig nach unten gebogen. Rostrale unten wenig konkav, Nasenlöcher nach unten und vorn gerichtet; Breite des Rostrale größer als ein Drittel der Kopfbreite, sein Hinterrand eine die Vorderränder der Augen verbindende Linie erreichend. Nasale den Mundrand erreichend, halbgeteilt, seine Naht das erste Supralabiale erreichend, die oberen Ränder der Nasalia beinahe in Berührung miteinander[2]). Oculare zwischen erstem und zweitem Supralabiale den Mundrand erreichend, fast so breit wie das Nasale; zwei Supralabialia, das erste klein, subhorizontal,

---

[1]) So übersetze ich in diesem Falle „acuminatus", da eine Zuspitzung der Schnauze, etwa wie bei *filiformis*, aus der Abbildung nicht ersehen werden kann.

[2]) Stimmt nicht mit der Abbildung!

von der Seite fast nicht sichtbar; sein oberer Rand mit dem Unterrande des Nasenloches fast in derselben Linie liegend; zweites Supralabiale groß, sein oberer Rand die Mitte der Entfernung zwischen Auge und Nasenloch in horizontaler Linie erreichend; Augen deutlich durchscheinend, obere Kopfschuppen den Körperschuppen ähnlich (aber nach der Abbildung 4 quer erweiterte Schildchen hinter dem Supraoculare, von denen der anderen Seite durch eine Schuppenlängsreihe getrennt. W.). Infralabialia fünf bis sechs; Körperdurchmesser 76—81mal in der Länge enthalten, Schwanzlänge $6\frac{1}{2}$—9mal; Schwanz mit feinem Stachel; Präanalschild fast so breit wie fünf Ventralschuppen; Färbung oben und unten bleich gelblichgrau oder erdgrau, bei Jungen gelblichweiß."

Arabistan, Persien. — Länge 288 mm.

17. Glauconia rostrata (Bocage 1886).

BOULENGER, t. c. p. 62.

Benguela, Angola. — Länge 192 mm.

18. Glauconia distanti Boulenger 1892.

BOULENGER, t. c. p. 62; Ann. Natal Gov. Mus. I, 3, 1908, p. 227; Ann. S. Afr. Mus. V, Part IX, 1910, p. 500.

Zululand, Natal, Transvaal, Südrhodesia (Betschuanaland), Britisch-Zentralafrika. — Länge 130 mm.

19. Glauconia macrura Boulenger 1899.

Glauconia longicauda BOULENGER (nec PETERS), Bull. Liverpool Mus. II, 1899, p. 7.

„Schnauze zugespitzt, stark vorspringend, schwach hakig; Supraoculare vorhanden; Rostrale mäßig groß, nicht bis zum Augenniveau sich erstreckend, sein oberer Teil etwas länger als breit; Nasale vollständig zweigeteilt, der untere Teil sehr klein; Oculare den Lippenrand erreichend, zwischen zwei Labialen, deren vorderes sehr klein ist; fünf untere Labialia. Durchmesser des Körpers 40—48mal in Gesamtlänge; Schwanzlänge 5—7mal. Schwanzstachel stark. Oben braun, unten weiß."

Sokotra, 350—2500′. — Länge 170 mm.

20. Glauconia unguirostris Boulenger 1902.

Schnauze vorspringend, hakig, mit scharfer horizontaler Schneide; Supraoculare vorhanden; Rostrale breit, hinten abgestutzt, die Verbindungslinie der Augenvorderränder erreichend; Augen vollständig deutlich; Nasale vollkommen zweigeteilt; Oculare den Lippenrand erreichend, zwischen zwei Labialen. Körperdurchmesser ungefähr 50mal, Schwanzlänge 26mal in Gesamtlänge enthalten. Bleichbraun oberseits, weiß unterseits.

Cruz del Eje, Argentinien. — Länge 180 mm.

21. Glauconia affinis (Boulenger 1884).

Boulenger, t. c. p. 62, Taf. III, Fig. 7.

Venezuela. — Länge 205 mm.

22. Glauconia albifrons (Wagler 1824).

Boulenger, t. c. p. 63; t. III, p. 591.

Peracca, Boll. Mus. Torino, Vol. X, 1895, Nr. 195, p. 13; Vol. XII, 1897, Nr. 274, p. 9; Vol. XIX, 1904, Nr. 460, p. 7.

Werner, Abt. Br. Mus. Dresden, 1900/01, Bd. IX, p. 6.

Werner, Mitt. Naturhistor. Mus. Hamburg XXVI, 1909, p. 210.

Barbour, Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., Cambridge, Mass. XLIV, 1914, p. 324 (*Leptotyphlops*).

Koslowsky, Rev. Mus. La Plata, 1895, p. 11.

Tropisches Amerika: Antillen (Watlings Island, Granada, Antigua, Swan Islands), Mexiko, Trinidad, Venezuela, Guyana, Brasilien, Peru, Paraguay, Uruguay, Bolivia (Yungas 1800—2000 m), Argentinien. — Länge 375 mm.

Var. *rubrolineata* Wern. von Lima, Peru.

23. Glauconia goudoti (Duméril et Bibron 1844).

Boulenger, t. c. p. 64.

Tal des Magdalenenstromes, Kolumbien. — Länge 145 mm.

24. Glauconia signata (Jan 1862).

Boulenger, t. c. p. 64.

Sternfeld, Mitt. Zool. Mus. IV, 1908, p. 243.

Tabora, Deutsch-Ostafrika, und Kibwezi, Britisch-Ostafrika. — Länge 130 mm.

25. Glauconia laticeps Nikolsky 1905.

„Kopf deutlich breiter als der Hals; Schnauze vorspringend, abgerundet, nicht abwärts gebogen; Rostrale unten konvex, Nasenlöcher nach vorn und seitlich gerichtet; Rostrale fast einem Drittel des Kopfes an Breite gleichkommend, sein Hinterrand eine die Mitte der Augen verbindende Linie erreichend; Nasale halbgeteilt, seine Naht das erste Supralabiale erreichend; Oberränder der Nasalia voneinander weit getrennt; Oculare den Mundrand zwischen dem ersten und zweiten Supralabiale erreichend; in der Breite fast dem Nasale gleichkommend; zwei Supralabialia, das erste viel größer als bei *Gl. hamulirostris,* fast vertikal, von der Seite sichtbar, sein oberer Rand die Höhe des Oberrandes des Nasenloches erreichend; zweites Supraoculare doppelt so groß wie das erste, sein Oberrand bis zwischen den oberen Rand des Nasenloches und das Auge reichend; Augen deutlich durchscheinend. Schuppen der Kopfoberseite den Rumpfschuppen ähnlich (aber nach der Abbildung die drei

ersten hinter dem Supraoculare wie bei *hamulirostris* quer erweitert, durch eine Schuppenlängsreihe von denen der anderen Seite getrennt!). Infralabialia fünf; Durchmesser 54—56mal in Gesamtlänge enthalten, Schwanzlänge $5^1/_2$mal; Färbung oben erdgrau, unten wenig heller; Junge gelblichweiß."

Arabistan, Südwestpersien. — Länge 247 mm.

26. Glauconia boulengeri Boettger 1913.

„Verschieden von *G. emini* Blgr. durch viel kürzeren Körper (Durchmesser zu Gesamtlänge wie 1 : 30), kürzeren Schwanz (1 : 11) und die Färbung.

Schnauze gerundet; Supraoculare groß, $1^1/_2$mal so lang wie breit; hinter ihm ein einzelnes, sehr großes Querschild; Rostrale ein wenig breiter als das Nasale, hinten lange nicht bis zum Niveau der Augen reichend; Nasale vollständig geteilt, oben auf dem Kopfe bemerkenswert hochgezogen, das der einen Seite dem der anderen auffallend nahegerückt; Oculare die Lippe einfassend zwischen zwei Labialen, von denen das vordere in der Größe ungefähr dem unteren Teile des Nasale gleichkommt. Auge sehr deutlich. Fünf bis fünf Infralabialia; Durchmesser des Körpers 30mal in der Totallänge; Länge des Schwanzes $^1/_{11}$. Oben hell bleigrau, an den Seiten allmählich in das Weiß des Bauches übergehend."

Insel Manda, Britisch-Ostafrika. — Länge 110 mm.

27. Glauconia emini Boulenger 1890.

Boulenger, t. c. p. 64; Ann. Mus. Genova 1909, p. 311; 1911, p. 164.

Sternfeld, Mitt. Zool. Mus. Berlin IV, 1908, p. 239, 242; Wiss. Erg. D. Zentr.-Afr.-Exp. 1907—1908, Bd. IV/II, Lief. 9, 1912, p. 264.

Boettger in: Reise Ostafrika 1903—1905, Wiss. Erg., Bd. III, p. 351, Taf. 25, Fig. 2.

Zentralafrika (Victoria Niansa, Kiwu-See, Tanganjika); Uganda, Somaliland, Abessinien, Schoa; Insel Pemba, Ostküste von Afrika.

28. Glauconia latirostris Sternfeld 1912.

„Schnauze abgerundet, nicht überhängend; Präoralregion leicht konkav. Nasale völlig geteilt, vom unteren Teile des Ocularschildes durch ein sehr kleines Labiale getrennt. Die Ocularia werden auf dem Scheitel durch drei Schilder voneinander getrennt. Das Rostrale ist außerordentlich groß und reicht nach hinten weit über die Höhe der Augen hinaus. Das Supraoculare ist klein, das hinter ihm liegende Schild ist viel größer und stößt mit seinem Partner auf der Gegenseite beinahe zusammen. Das Ocularschild berührt in ganzer Breite den Lippenrand, begrenzt von zwei Labialen; fünf untere Lippenschilder. Der Durchmesser des Körpers ist etwa 55mal in der Länge enthalten, die Schwanzlänge ungefähr 13mal."

„Die Färbung der Oberseite ist ein tiefes Braun. Die Bauchseite ist erheblich heller gefärbt als der Rücken, licht graubraun, die einzelnen Schuppen hell gerändert.“

Nordwestufer des Tanganjika. — Länge 155 mm.

29. Glauconia lepezi Boulenger 1901.

„Die Schnauze ist abgerundet; das Supraocularschild ist größer als das Frontale, breit in Berührung mit dem Rostrale und gefolgt von zwei Paaren von viel größeren Schildchen (d. h. jedes Supraoculare, soviel aus der Abbildung ersichtlich, von zwei hintereinanderliegenden, stark verbreiterten Schildchen. — W.). Das Rostrale ist doppelt so breit wie das Nasale, erstreckt sich nach hinten bis zwischen die Augen, die sehr deutlich sind; das Nasale ist geteilt, viel schmäler als das Oculare; dieses berührt die Lippe zwischen zwei Labialen, von denen das vordere sehr klein ist, kaum so groß wie der untere Teil des Nasale; es sind fünf untere Labialia vorhanden. Körperdurchmesser ist 50mal in der Gesamtlänge enthalten, die Länge des Schwanzes neunmal. Schwärzlichbraun oben und unten; Lippen und Kinn weiß.“

Diese Art ist sehr charakteristisch durch das große Rostrale, das mit dem Supraoculare eine breite Sutur bildet.

Zambi, Unterer Kongo. — Länge 125 mm.

30. Glauconia merkeri Werner 1909.

„Verwandt *G. emini* GTHR. Schnauze abgerundet; Supraocularia groß, fast doppelt so breit wie lang; hinter jedem zwei große, quer erweiterte Schildchen. Rostrale groß, wenigstens doppelt so breit wie ein Nasale, über die Verbindungslinie der Augen nach hinten hinausragend. Nasale vollständig geteilt; Oculare zwischen zwei Labialen den Oberlippenrand erreichend. Färbung schwarz. Durchmesser 80—87mal. Schwanzlänge $11\frac{1}{2}$—$13\frac{1}{2}$mal in der Totallänge (160—175 mm) enthalten.“

Moschi, Kilimandscharo, Deutsch-Ostafrika. — Länge 175 mm.

31. Glauconia scutifrons (Peters 1854) Sternfeld; non Blngr.

PETERS, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin 1854, p. 621, 1865, p. 261, Taf., Fig. 5; Reise Mossambique III, 1882, p. 104, Taf. XV, Fig. 4.
STERNFELD, SB. Ges. Nat. Fr. Berlin 1908, p. 94.
NIEDEN, l. c. 1913, p. 449.
WERNER, Mitt. Naturh. Mus. Hamburg XXVI, 1909, p. 210.
PENACCA, Boll. Mus. Torino, Vol. XI, 1896, Nr. 255, p. 2.

Kein vorderes Supralabiale; Körper sehr schlank, sein Durchmesser 70—100mal in der Länge enthalten; die Schwanzlänge 12—15mal. Färbung der Oberseite hellrot, mit breiten weißen Schuppenrändern. Unterseite weiß.

Deutsch-Südwestafrika: Omaruru, Otjimbingue, Kuibis; Kapkolonie, Natal, Transvaal, Südrhodesia, Britisch-Zentralafrika, Mozambique. — Länge 210 mm.

32. Glauconia latifrons Sternfeld 1908.

Glauconia scutifrons Boulenger, Cat. Sn. I, p. 68.

Das sehr große und breite Schnauzenschild ragt nach hinten über die Höhe der Augen hinaus. Der Körper ist schlank, 60—80mal länger als dick, 12—20mal so lang wie der Schwanz. Vorderes Supralabiale vorhanden. Färbung braun oder schwarz oben, weißlich unten.

Deutsch-Südwestafrika: Damaraland, Windhuk, Outjo, Gobabis; (Angola?). — Länge 230 mm.

33. Glauconia conjuncta (Jan 1861).

Boulenger, t. c., p. 67; Ann. Natal Gov. Mus. I. 3. 1908, p. 228; Ann. S. Afr. Mus. V, Part. IX, 1910, p. 500.

Sternfeld, Mitt. Zool. Mus. Berlin V, 1908, p. 210.

Roux, Zool. Jahrb. Syst. XXV, 1907, p. 733.

Süd-, West- und Ostafrika: Zululand, Natal, Basutoland, Transvaal; Togo. — Länge 160 mm.

34. Glauconia dimidiata (Jan 1862).

Boulenger, t. c., p. 64.

Brasilien. — Länge 280 mm.

35. Glauconia brevicauda (Bocage 1887).

Boulenger, t. c., p. 67.

Westafrika: Dahomey und Aschanti. — Länge 170 mm.

36. Glauconia dulcis (Baird et Girard 1853).

Boulenger, t. c., p. 65.

Cope, Rep. U. S. Nat. Mus. 1900, p. 717, Fig. 143.

Florida, Texas, Neumexiko; Nuevo Leon, Mexiko. — Länge 220 mm.

37. Glauconia burii Boulenger 1905.

„Kopf nicht breiter als Hals; Schnauze abgerundet; Rostrale breit, mehr als halbe Kopfbreite, bis zwischen die Augen reichend; Nasale vollständig geteilt, in Kontakt mit dem Präfrontale; Supraoculare vorhanden, etwas größer als das Frontale; kein vergrößertes Parietale; Oculare den Lippenrand erreichend zwischen zwei Labialen, deren erstes sehr klein und kaum höher als breit ist. Körperdurchmesser 52mal in der Gesamtlänge enthalten. Schwanzlänge $5\frac{2}{3}$mal. Schwanzstachel stark. Oben hellbraun, unten gelb."

El Kubar, Ober-Huschabi, Grenze von Yemen (Südarabien). — Länge 210 mm.

38. Glauconia nursii Anderson 1896.

BOULENGER, Cat. Snakes III, 1896, p. 591.

Aden. — Länge 250 mm.

39. Glauconia nigricans (Schlegel 1844).

BOULENGER, Cat. Snakes I, 1893, p. 67; III, 1896, p. 591; Mem. Proc. Manchester Soc. 1906/07, Nr. 12, p. 9.
ROUX, Zool. Jahrb. Syst. XXV, 1907, p. 733.

Kapkolonie, Natal, Maschonaland; Rhodesia, Transvaal. — Länge 160 mm.

40. Glauconia carltoni Barbour 1908.

„Schnauze abgerundet; Supraocular vorhanden, sehr klein; Rostrale fast bis zum Niveau der Augen reichend, ungefähr doppelt so breit wie das Nasale, welches vollständig zweigeteilt ist; Oculare begrenzt den Lippenrand auf eine beträchtliche Strecke zwischen zwei Labialen, von denen das erste nur bis zum Niveau des Auges hinaufreicht; fünf untere Labialia. Körperdurchmesser 55mal in Gesamtlänge, 5,5mal in der Schwanzlänge enthalten; Schwanzlänge in Körperlänge ungefähr 10mal. Färbung oben sehr licht braun, unten aschgrau."

Type: Nr. 3749, Mus. Comp. Zool., Amballa, Indien. M. M. CARLTON. — Länge ?.

41. Glauconia reticulata Boulenger 1906.

„Schnauze abgerundet; Supraoculare vorhanden, klein, länger als breit; Rostrale ein Drittel der Kopfbreite, ein wenig breiter als das Nasale, eben das Augenniveau erreichend; Nasale vollständig geteilt, in Berührung mit dem Präfrontale, welches ein wenig größer ist als das Supraoculare und viel größer als das Frontale; Postoculare, Parietale und Interparietale groß; Oculare den Lippenrand erreichend, zwischen zwei Labialen, deren vorderes dem unteren Teile des Nasale an Größe gleichkommt und das Auge nicht erreicht; sechs Unterlippenschilder. Körperdurchmesser 38mal, Schwanzlänge $9^1/_2$mal in Gesamtlänge enthalten. Oben dunkelbraun, mit weißen Schuppenrändern, die ein weißes Netzwerk bilden; unten weiß."

Wagga Wagga, Gulis-Gebirge bei Berbera, Somaliland, 3000—4000′. — Länge 190 mm.

42. Glauconia narirostris (Peters 1867).

BOULENGER, t. c., p. 65; t. III, p. 591.

Lagos und Niger. — Länge 195 mm.

43. Glauconia cairi (Duméril et Bibron 1844).

BOULENGER, t. c., p. 65; Ann. Mag. N. H. (7) XVIII, 1906, p. 441.
ANDERSON, Zoology of Egypt I, 1898, p. 233, Taf. XXXII, Fig. 1, Textfig. 9.
WERNER, SB. Ak. Wiss. Wien, Bd. CXVI, 1907, p. 1864.
STEINDACHNER, Exp. „Pola“ Zool. XVII, p. 333.

Ägypten (Cairo; Luxor, Theben nach BOULENGER und ANDERSON; Elephantine und Kitchener-Insel bei Assuan, leg., WERNER). Sudan: Durrur bei Suakin, leg. ANDERSON; Weißer Nil, leg. FLOWER; Blauer Nil, leg. FLOWER; Khartoum, leg. BUTLER; Insel Dahalak, Rotes Meer, leg. STEINDACHNER; Harrar, Abessinien, leg. CITERNI.

44. Glauconia fitzingeri (Jan 1861).

BOULENGER, t. c., p. 66.
ANDERSON, Zoology of Egypt I, 1898, p. 235.

Rhodus (nach Ansicht von ANDERSON aber von der Insel Rhoda bei Cairo stammend und mit *cairi* identisch). — Länge 160 mm.

45. Glauconia blanfordii Boulenger 1890.

BOULENGER, t. c., p. 66.
ANNANDALE, Journ. Proc. As. Soc. Bengal (N. S.) Vol. I, Nr. 8, 1905, p. 209.
ALCOCK & FINN, l. c., 1896 (2), p. 561.

Persien, Belutschistan, Sind. — Länge 240 mm.

46. Glauconia longicauda (Peters 1854).

BOULENGER, t. c., p. 66; Mem. Proc. Manchester Soc. 1906/07, Nr. 12, p. 9.

Rhodesia, Mozambique. — Länge 280 mm.

47. Anomalepis mexicana (Jan 1861).

BOULENGER, t. c., p. 59.

Mexiko. — Länge 130 mm.

Eingegangen am 1. September 1917.

Gedruckt bei Lütcke & Wulff, E. H. Senats Buchdruckern.

Inhaltsverzeichnis von Bd. I—XXXIII*).

*) Die römischen Ziffern hinter den Titeln geben die Bandzahl an.

Gedruckt bei Lütcke & Wulff, E. H. Senats Buchdruckern.